



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Centre de la Imatge i la Tecnologia Multimèdia

Modelado y animación de un personaje para videojuegos

Trabajo de final de Grado en diseño y desarrollo de videojuegos¹

Cognoms: Samper Tarancón

Nom: Marc

Pla:² 2014

Director: Ripoll Tarré, Marc

¹ Fotografia i Creació Digital o Multimèdia o Disseny i Desenvolupament de Videojocs

² Grau en Fotografia i Creació Digital i Grau en Multimèdia, pla d'estudis es **2009**, Grau en Disseny i Desenvolupament de Videojocs, pla d'estudis es **2014**

Índice

Palabras clave.....	5
Índice de figuras	6
Índice de tablas	10
Glossario.....	11
1. Introducción	14
1.1 Motivación:	14
1.2 Formulación del problema	14
1.3 Objetivos generales del TFG.....	15
1.4 Objetivos específicos del TFG.....	15
1.5 Alcance del proyecto.....	16
2. Estado del arte	17
2.1 Animación 3D	17
2.1.1 Animación 3D en los videojuegos	17
2.2 Creación de un personaje para Videojuegos	18
2.2.1 Diseño de personajes	18
2.2.2 Modelado 3D.....	19
2.2.2.1 Modelado por subdivisiones	20
2.2.2.2 Modelado a partir de Bordes y Contornos.....	20
2.2.2.3 Escultura digital.....	21
2.2.2.4 Modelado procedural.....	22
2.2.2.5 Modelado basado en imágenes	23
2.2.3 Texturizado.....	23
2.2.4 Rigging	24
2.3 Software 3D y Animación.....	25
2.3.1 Autodesk Maya.....	25
2.3.2 Zbrush.....	26
2.3.2 Substance Painter.....	27
3. Gestión del proyecto	28
3.1 Procedimientos y herramientas para el seguimiento del proyecto.....	28
3.1.1 GANTT	28
3.1.2 Trello.....	29
3.1.3 Google Drive	30
3.2 Herramientas de validación	30

3.3. DAFO.....	31
3.4. Riesgos y plan de contingència	32
3.5. Anàlisis inicial de costes	32
4. Metodologia	35
5. Procedimiento	36
5.1 Diseño del Personaje.....	36
5.1.1 Arquetipo	36
5.1.2 Anàlisis del personaje.....	36
5.1.3 Moodboard	39
5.1.4 Concept Art	40
5.2 Diseño de las animaciones	44
5.2.1 Animaciones básicas	44
5.2.2 Animaciones de ataques	45
5.2.3 Animaciones especiales.....	47
5.2.4 Reacciones.....	49
5.2 BlockOut	50
5.5 Rigging	52
5.4 Low Poly	59
5.6 Modelado High Poly con Zbrush	62
5.6.1 Preparación de la escena	62
5.6.2 Pinceles Zbrush.....	65
5.6.3 Escultura digital	67
5.6.3.1 Anatomía básica	67
5.6.3.2 Ropa principal.....	71
5.6.3.3 Ropa secundaria y complementos	74
5.7 Retopología	79
5.8 Unrapeado de UV's	80
5.9 Texture Bake.....	82
5.10 Texturizado.....	88
5.10 Rigging Final	90
5.11 Skinning	91
7. Conclusión	96
8. Bibliografia	97

Palabras clave

Animación 3D, Unity, Videojuego, Creación de Personaje, Modelado

Índice de figuras

Fig. 1 Referencia animación 3D en películas [4]	Pág. 17
Fig. 2: Referencia animación 3D en videojuegos [4].....	Pág. 18
Fig. 3: Concept Art de un personaje del videojuego White Spell[5].....	Pág. 19
Fig. 4: Modelo 3D de un personaje de 3DExport [6].....	Pág. 19
Fig. 5: Ejemplo modelaje por subdivisiones [7].....	Pág. 20
Fig. 6: Captura de una diapositiva de Deborah Anderson [8].....	Pág. 20
Fig. 7: Captura escultura digital de GNOMON [9].....	Pág. 21
Fig. 8: Captura escultura digital de GNOMON [9].....	Pág. 22
Fig. 9: Ejemplo Modelado procedural con Houdini [10].....	Pág. 22
Fig. 10: Ejemplo de modelado basado en imágenes [11].....	Pág. 23
Fig. 11: Ejemplo de personaje unwrapeado [12].....	Pág. 23
Fig. 12: Ejemplo de texturizado en Substance Painter[13].....	Pág. 24
Fig. 13: Rigging y Skinning de un robot de Kaylgh Hasson[14].....	Pág. 25
Fig. 14: Maya	Pág. 26
Fig. 15: Captura animación dentro de Maya.....	Pág. 26
Fig. 16: Zbrush	Pág. 26
Fig. 17: Captura modelado en Zbrush.....	Pág. 26
Fig. 18: Captura texturizado en Substance Painter[15]	Pág. 27
Fig. 19: Substance Painter.....	Pág. 27
Fig. 20: Imagen del diagrama de Gantt realizado con TrelloGantt.....	Pág. 28
Fig. 21: Imagen del herramienta Trello para la administración de tareas.....	Pág. 29
Fig. 22: Concept Art escenario Cyberpunk [16].....	Pág. 38
Fig. 23: Concept Art de SolarSouth, ciudad cyberpunk [17].....	Pág. 38
Fig. 24: MoodBoard personaje Shin.....	Pág. 39
Fig. 25: Concept Art de un escenario de la película Avatar [18].....	Pág. 40
Fig. 26: Thumbnails del personaje Shin.....	Pág. 41

Fig. 17: Sketch de los dos Thumbnails escogidos.....	Pág. 41
Fig. 28: Imagen Widowmaker.....	Pág. 42
Fig. 29: Ilustración final de Shin.....	Pág. 43
Fig. 30: Imagen poses boxeador.....	Pág. 43
Fig. 31: Escena Unity Altura Salto 1.....	Pág. 48
Fig. 32: Escena Unity Altura Salto 2.....	Pág. 48
Fig. 33: BlockOut de personaje femenino de MixAmo [19].....	Pág. 50
Fig. 34: BlockOut con partes diferenciales de Shin.....	Pág. 51
Fig. 35: Ejemplo de Esqueleto dentro de Maya.....	Pág. 52
Fig. 36: Jerarquía de Huesos	Pág. 53
Fig. 37: Rigging BlockOut sin la malla.....	Pág. 53
Fig. 38: Rigging BlockOut con la malla en Wireframe.....	Pág. 54
Fig. 39: Brazo con controladores del BlockOut.....	Pág. 55
Fig. 40: Brazo rotado con FK.....	Pág. 55
Fig.41 : Inverse Kinematic ejemplo.....	Pág. 56
Fig. 42: Inverse Kinematic movimiento.....	Pág. 56
Fig. 43: Controladores para BlockOut.....	Pág. 58
Fig. 44: Recorte herramienta Constraint.....	Pág. 59
Fig. 45: Recorte escena Maya con Locator.....	Pág. 59
Fig. 46: Low Poly model example.....	Pág. 60
Fig. 47: Modelo a partir de ZEsferas.....	Pág. 61
Fig. 48: Variación modelo ZEsferas.....	Pág. 61
Fig. 49: Modelos después de Dynamesh.....	Pág. 61
Fig. 50: Blueprint de referencia para creación de videojuegos	Pág. 62
Fig. 51: Captura de pantalla de las opciones de importación ..-	Pág. 63
Fig. 52: Escena montada con losblueprints.....	Pág. 64
Fig. 53: Opción de Zbrush Modo Relleno	Pág. 65
Fig. 54: Captura Modo Relleno al 3	Pág. 65
Fig. 55: Pinceles de Zbrush	Pág. 66

Fig. 56: Trazos para los pinceles de Zbrush.....	Pág. 66
Fig. 57: Alfas queofrece Zbrush.....	Pág. 66
Fig. 58: Aplicación pincel con alfa de estrella.....	Pág. 67
Fig. 59: Vista frontal del personaje.....	Pág. 67
Fig. 60: Vista lateral del personaje.....	Pág. 67
Fig. 61: Vista trasera del personaje.....	Pág. 68
Fig. 62: Esfera con máscara.....	Pág. 69
Fig. 63: Extrusión con herramienta Mover.....	Pág. 69
Fig. 64: Esfera con extrusión y Dynamesh aplicado.....	Pág. 69
Fig. 65: Imagen frontal de la cara del personaje.....	Pág. 70
Fig. 66: Imagen trasera de la cara del personaje.....	Pág. 70
Fig. 67: Imagen lateral de la cara del personaje.....	Pág. 70
Fig. 68: Personaje con ropa.....	Pág. 71
Fig. 69: Objeto ropa aislado del cuerpo.....	Pág. 71
Fig. 70: Modelo High poly final frontal.....	Pág. 72
Fig. 71: Modelo High poly final lateral.....	Pág. 72
Fig. 72: Modelo High poly final trasera.....	Pág. 73
Fig. 73: Modelo High poly final trasera.....	Pág. 73
Fig. 74: Accesorio brazo frontal.....	Pág. 74
Fig. 75: Accesorio brazo trasera.....	Pág. 74
Fig. 76: Imagen del personaje Widowmaker utilizando el gancho.....	Pág. 74
Fig. 77: Botas vista frontal.....	Pág. 75
Fig. 78: Botas vista trasera.....	Pág. 75
Fig. 79: Hombreras vista lateral.....	Pág. 75
Fig. 79: Hombreras vista frontal.....	Pág. 75
Fig. 80: Guantes vista frontal.....	Pág. 76
Fig. 81: Guantes vista lateral.....	Pág. 76
Fig. 82: Casco y pelo vista frontal.....	Pág. 77
Fig. 83: Casco y pelo vista lateral/trasera.....	Pág. 77
Fig. 84: Máscara vista frontal.....	Pág. 78

Fig. 85: Máscara vista lateral.....	Pág. 78
Fig. 86: Modelo Low poly.....	Pág. 80
Fig. 87: Modelo High poly.....	Pág. 80
Fig. 88: Imagen ejemplo Unwrap--.....	Pág. 80
Fig. 89: Capturas modelo separado por grupos de polígonos.....	Pág. 81
Fig. 90: UV's.....	Pág. 82
Fig. 91: Low Poly con Bake de normales y wireframe activado.....	Pág. 83
Fig. 92: Low Poly sin Bake de normales y wireframe activado.....	Pág. 83
Fig. 93: High Poly sin Bake de normales y wireframe activado.....	Pág. 83
Fig. 94: Low Poly con Bake de normales.....	Pág. 84
Fig. 95: Low Poly sin Bake de normales.....	Pág. 84
Fig. 96: High Poly sin Bake de normales.....	Pág. 84
Fig. 97: Ambient Oclusion Map.....	Pág. 85
Fig. 98: Normal Map.....	Pág. 86
Fig. 99: Thickness Map.....	Pág. 87
Fig. 100: Base Color Map.....	Pág. 88
Fig. 101: Captura de renderizado en Substance Painter.....	Pág. 88
Fig. 102: Captura de renderizado en Substance Painter 2.....	Pág. 89
Fig. 103: Captura de renderizado en Substance Painter 3.....	Pág. 89
Fig. 104: Captura de esqueleto final con controladores.....	Pág. 90
Fig. 105: Captura de pintado de peso.....	Pág. 91
Fig. 106: Captura de huesos	Pág. 92
Fig. 107: Captura de huesos 2.....	Pág. 92
Fig. 108: Captura pesos Hip.....	Pág. 93
Fig. 109: Captura selección vértices.....	Pág. 94
Fig. 110: Captura selección vértices con peso.....	Pág. 94
Fig. 111: Captura pesos cadera.....	Pág. 95
Fig. 112: Captura pesos pierna.....	Pág. 95
Fig. 113: Captura gama colores.....	Pág. 95

Índice de tablas

Tabla 1 DAFO	Pág 24
Tabla 2 Riesgos y Contingencias	Pág 25
Tabla 3 Costes de Licencias de Software.....	Pág 26
Tabla 4 Costes para el proyecto de licencias de Software.....	Pág 26
Tabla 5 Costes extra.....	Pág 27

Glossario

Rigging: Proceso que se utiliza para aplicar un esqueleto virtual a un *modelo 3D* para que este se pueda mover.

Rigg: Esqueleto virtual compuesto de Joints, esferas que actúan como articulaciones, y bones, que son la unión de dos Joints, que actúan como huesos.

Skinning: Cuando el proceso de *Rigging* está hecho, para que este se adhiera al modelo 3D se hace el proceso de skinning donde el esqueleto, a partir de influencias en la geometría del modelo, permite el movimiento de la geometría a partir de los huesos.

Videojuego Triple A: Un juego AAA es un juego que destaca en todos sus apartados. Es un juego que tenga A en jugabilidad, A en gráficos y A en sonido. Comúnmente son ser juegos producidos por distribuidoras o editores importantes.

Animación 3D:

BlockOut: El *Blockout* consiste en la creación de la fisionomía básica del personaje con geometrías simples como cilindros, esferas y cubos.

Low Poly: Modelo 3D con poca geometría, óptimo para juegos web o para dispositivos móviles.

High Poly: Modelo 3D con una carga de geometría muy alta. Se utilizan en los videojuegos con un rendimiento muy optimizado.(revisar)

Spamear: Realizar reiteradamente una misma acción, en este contexto, apretar muchas veces en poco tiempo el mismo botón o conjunto de botones.

Combos: Combinación de ataques que tienen sinergia entre ellos. Se utilizan mayormente en juegos de lucha donde se premia al jugador que, aprieta de forma rápida una combinación de botones, con ataques combinados que realizan animaciones diferentes y infligen más daño.

Portfolio: Trabajo realizado durante la trayectoria profesional de un trabajador. Se utiliza para mostrar a las empresas tus aptitudes y tus proyectos.

Workflow: Flujo de trabajo.

Concept Art: Dibujos para ayudar al equipo a tener una primera visualización del concepto final.

Freelance: Trabajador que realiza proyectos individualmente sin formar parte de ninguna empresa.

Junior: Se refiere a la experiencia que alguien de la industria de videojuegos tiene. Cuando es tu primer trabajo eres considerado un Junior.

Sketches: Dibujos que se realizan de forma rápida.

Blueprints: Imágenes 2D para representar el dibujo de un modelo 3D en diferentes puntos de vista.

Unrapeado: Proceso de aplanar la malla del modelo 3D para que se le pueda aplicar una textura 2D.

Shaders : Pequeños programas que se encargan del procesamiento de vértices.

Animación esquelética: Se basa en simular la animación de un modelo 3D a través de la animación de unos huesos.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Workflow: Metodología de trabajo.

NURBS Curves: Herramienta del programa *Autodesk Maya*, que se ha utilizado para crear los controladores del esqueleto.

Joint: Parte de un hueso virtual dentro del programa *Autodesk Maya* que hace la función de articulación.

Inverse Kinematics /IK: Anima la parte del cuerpo a partir del último *Joint* de la cadena de huesos con *IK*.

Forward Kinematics /FK: Anima cada uno de los *Joints* por separado.

Zesferas: Z-Plugin de Zbrush que permite crear a partir de esferas una geometría anatómica para luego convertirla.

Autodesk Maya: Programa de software 3D.

WIP: En inglés significa Work in Progress, trabajo que se está aún haciendo y que no está acabado.

Retopología: Proceso en el cual se disminuye el poligonaje en una geometría.

Castelvania: Juego de inspiración.

Walkcycle: Ciclo de andar de un personaje dentro de los videojuegos.

Thumbnails: Que son muestras en miniatura, sin mucho detalle de como visualizamos al personaje.

Sketch: En este proceso empezamos a definir con más detalle la ilustración.

Moodboard: Es una imagen que recoge diferentes imagenes para mostrar de una manera gráfica la idea que se tiene en la cabeza. Representación gráfica.

PBR: Physically Based Rendering es un método de sombreado y renderizado que provee una representación de como la luz interactúa sobre la superficie de una manera acurada.

1. Introducción

1.1 Motivación:

La principal motivación que tengo con este trabajo es la de conseguir crear un modelo 3D con sus animaciones para que pueda ser utilizado dentro de un videojuego donde el gameplay principal se centrará en el combate. Quiero mejorar mis habilidades dentro de la especialidad de *modelaje 3D* y sobre todo expresar mis conocimientos de animación aprendidos en clase y por mi cuenta viendo de tutoriales y diversos trabajos propios que he ido realizando durante la carrera.

El *modelado 3D* ha sido siempre una de las partes del desarrollo de un videojuego que me ha llamado la atención, pero nunca le he dedicado el tiempo suficiente. Por esa razón creo que este trabajo puede ayudarme a aprender y desarrollar mis habilidades como modelador y poder crear un personaje 3D con un nivel de *video juego Triple A*.

En cuanto a la *animación 3D*, desde que empecé la carrera ha sido el campo que más me motiva y en el cual más a gusto trabajo. Es por eso que quiero crear una lista de animaciones a dientes a un videojuego de lucha a partir de un modelo creado por mí mismo.

1.2 Formulación del problema

El problema principal para este trabajo es el de la creación de un personaje 3D con animaciones que pueda ser utilizado dentro de un videojuego de lucha.

El producto final de este trabajo va a ser el modelo de un personaje 3D con un nivel de acabado como el de un *video juego triple A*, con una lista de animaciones que consigan que el combate se sienta natural y frenético.

El personaje final deberá estar preparado para poder ser importado dentro de un motor de videojuegos como es *Unity*. Este modelo deberá estar texturizado y con un esqueleto animado.

1.3 Objetivos generales del TFG

El objetivo principal de este trabajo es el de crear un personaje 3D que pueda ser utilizado dentro de un videojuego. Este personaje tiene que tener una lista de animaciones a diente a las habilidades que tendrá el personaje dentro del juego.

Tiene que ser un modelo con un acabado de *video juego triple A*, juegos creados por estudios grandes y con un presupuesto muy alto, podrían compararse con los blockbusters dentro de la industria cinematográfica.

Todo esto se realizará con programas de modelado y animación 3D como son Zbrush, Maya y 3Ds Max, los cuales son estándar hoy en día en la industria del videojuego.

Este proceso abarca el proceso de creación de un personaje, modelado de este, *rigging*, *skinning*, animación e implementación de este dentro del videojuego.

El producto final del trabajo va dirigido a un público apasionado por jugar a videojuegos y con curiosidad artística y tecnológica del proceso de creación de un personaje para estos.

1.4 Objetivos específicos del TFG

-Diseño de un personaje (Ficha diseño): Creación de la idea de un personaje con su historia, sus características y aquello que lo hace especial para nuestro juego. Se proporcionará una ficha con toda la información relevante para poder realizar después el modelado.

-Blockout del personaje principal: El *Blockout* consiste en la creación de la fisionomía básica del personaje con geometrías simples como cilindros, esferas y cubos. Este proceso me ayudará a avanzar el proceso de *rigging* y con esto poder avanzar las animaciones.

-Modelado del personaje: Este apartado consistirá en 2 fases:

- En primer lugar modelado **Low Poly**, este modelo servirá como punto de referencia al modelo final High Poly. Además, servirá como opción de contingencia si el modelo *High Poly* contiene demasiados polígonos y no funciona de la manera óptima dentro del el juego. En ese caso se utilizaría el modelo *Low Poly* y no el *High Poly*.

- En segundo lugar modelado **High Poly**, el modelo final que se utilizará en el juego. Al tardarse mucho en realizar, necesitaré del modelo *Low Poly* y del *Blockout* para ir avanzando. El *rig* utilizado en el *Blockout* servirá para el modelo *High Poly*.

- Texturizado, UV's y Bakeado del personaje: Se realizará el proceso de UV's de la malla del personaje para poder crear unas texturas. Por otro lado, se hará un *bakeado* de las normales a partir de los dos modelos 3D, el de baja densidad de polígonos y el de alta-

-Rigging y skinning del modelo: Cuando el *Blockout* esté realizado, procederé a crear el esqueleto que me va a servir más adelante para poder animar al personaje.

-Lista de animaciones para el personaje: Necesitaré crear una lista de animaciones con referencias para organizarme el tiempo y para completar los objetivos que tenemos previstos de cara a las habilidades que va a tener el personaje dentro del videojuego. En el apartado de riesgos se propone una solución al posible problema de una lista de animaciones muy grande. Las animaciones no van a ser el centro de este trabajo y es por eso que no va a hacer falta, en caso de que no haya suficiente tiempo, hacer toda la lista. El objetivo principal es que el personaje pueda ser implementado dentro de un motor de videojuegos como *Unity*.

-Implementación del personaje dentro del videojuego: Este proceso se realizará cuando los demás objetivos se hayan cumplido. Una vez el modelo esté hecho con todas sus animaciones se implementará en el motor de videojuegos donde se esté desarrollando el juego.

1.5 Alcance del proyecto

La cantidad de trabajo para este proyecto es muy grande y está limitado a los conocimientos que he ido adquiriendo estos años. Es por eso que el alcance de este trabajo depende mucho de mi habilidad para mejorar en áreas en las que no tengo tanta experiencia y asentar aquellas en las que sí.

Habrán limitaciones dentro de este proyecto como puede ser el concept art del personaje, una especialidad en la cual no tengo mucha experiencia y requiere de una habilidad artística que no tengo. Pero con ayuda de otros ejemplos e imágenes de referencia conseguiré plasmar la idea que tengo en el personaje.

Es un producto que va dirigido a jugadores de videojuegos, concretamente de temática de lucha y peleas. El diseño del personaje y sobre todo, sus animaciones, están enfocadas a un tipo de público que disfruta mucho el *spamear* las teclas para hacer ataques lo más rápido posible y combinar botones para crear *combos* con los ataques.

Finalmente, también es un proyecto que va dirigido a mí, ya que con él mejoraré muchas de mis habilidades a la hora de la creación de un personaje y sobre todo me servirá como *portfolio* para mi futuro profesional.

2. Estado del arte

2.1 Animación 3D

Para poder darle forma a este proyecto creo que hay que hablar de la Animación 3D, ya que va a ser una parte clave para este trabajo igual que lo es actualmente en la Industria de los videojuegos.

La animación 3D es el arte de animar objetos que aparecen en un espacio tridimensional. Estos objetos pueden ser rotados o movidos igual que los objetos reales. [bibliografía 1] Estos objetos o modelos 3D, se manipulan dentro de un Software 3D. Gracias a este Software se exportan secuencias de imágenes que van a ofrecer una ilusión de movimiento (animación) basada en cómo se hayan manipulado los objetos. [bibliografía 2]

El proceso de crear una animación 3D puede ser dividida secuencialmente en 3 fases generales: modelado, el cual describe el proceso de crear el objeto 3D, del cual hablaremos más adelante, diseño y animación, que describe como los objetos van a estar posicionados y animados dentro de la escena, y renderización, que describe el producto final de la computación por gráficos completa. [bibliografía 2]

En definitiva, la animación 3D engloba todo aquello que produzca una sensación de movimiento a partir de objetos 3D que han sido transformados en un espacio tridimensional con un Software 3D.

Esta definición abarca muchas posibilidades y es por eso que la Animación 3D actualmente se utiliza en muchísimos campos como pueden ser la publicidad, las películas de animación, los videojuegos, medicina, arquitectura, etc.

El enfoque principal de este proyecto irá dirigido a la animación 3D para videojuegos.

2.1.1 Animación 3D en los videojuegos

Normalmente se suele pensar que la animación 3D es igual para todos los campos de especialización, el ejemplo más claro es el de las películas de animación. Pero eso no es así, aunque los programas y los principios de animación sean los mismos, las técnicas y procedimientos son completamente diferentes.

Cuando se crea una animación para una película, el animador únicamente tiene el trabajo de animar aquello que se vaya a ver desde el plano de la cámara que se haya escogido para esa escena. De esta forma, hay muchos trucos y trampas que el animador puede crear ya que sabe exactamente el ángulo desde donde el usuario va a ver esa animación.



Fig. 1 Referencia animación 3D en películas
[bibliografía 4]

En cambio, en la animación para videojuegos, el jugador va a tener control completo sobre el personaje y la cámara. Es por eso que las animaciones no únicamente se tienen que ver bien, sino que tienen que verse bien desde todos los ángulos posibles.

Estas animaciones a parte de verse bien y en todos los ángulos posibles, van a tener que ser fluidas y sentirse lo más realista posible. Un fallo en una animación se puede arruinar por completo la experiencia del jugador.



Fig. 2 Referencia animación 3D en videojuegos
[bibliografía 4]

2.2 Creación de un personaje para Videojuegos

Una vez asentadas las bases de la animación dentro del mundo de los videojuegos, ¿Cuál es el proceso de inicio a fin para la creación de animaciones de un personaje dentro de un juego?

2.2.1 Diseño de personajes

Como todo proceso artístico y creativo en primer lugar hay que crear una idea, en este caso un personaje. Para poder diseñar este personaje, este tiene que tener un contexto, una historia que lo rodee que definirá tanto su aspecto como su función dentro del videojuego. Es por eso que en esta parte del desarrollo se definen las características y personalidades que van a hacer a ese personaje especial.

El siguiente paso sería realizar los primeros bocetos de lo que va a ser este personaje. Este proceso se conoce como **Concept Art**. Es una rama artística definida en los inicios de la industria del cine de animación por los dibujantes de los estudios Disney. Durante la fase de preproducción de las películas, algunos dibujantes hacían *sketches*, intentando buscar un diseño concreto para un personaje. Hoy en día los concept artists son un equipo de diseñadores que buscan representar diseños o ideas que sirvan como guía para otros departamentos. [bibliografía 5]



Fig. 3 Concept art de un personaje del videojuego White Spell [bibliografía 5]

Este proceso ayuda mucho a otros departamentos, como por ejemplo el de modelado, a tener una idea de la composición anatómica del personaje, las poses que ayudarán también a definir la personalidad de este y los complementos que este va a llevar.

2.2.2 Modelado 3D

El modelado 3D describe el proceso de crear objetos tridimensionales virtuales usando tecnología computada. Es comparable a esculpir modelos de yeso con martillo y cincel, pero en este proceso se utiliza el teclado y el ratón a través de Programas 3D que manejan geometrías y sólidos.



Fig. 4 Modelo 3D de un personaje de 3DExport [bibliografía 6]

Dependiendo a que producto final vaya destinado el modelo 3D tendrá un número de geometría u otro. Sobre todo en videojuegos, el número de polígonos de un modelo está muy controlado ya que puede afectar al rendimiento del juego.

Para poder realizar estos modelos existen en el mercado una amplia variedad de softwares especializados en el modelado 3D. Los más destacados y referentes principalmente en la industria de los videojuegos son: 3ds Max, Zbrush, Maya , Blender, Cinema 4d entre otros.

Igual que hay variedad de Software con la que producir modelos 3D también existen diferentes métodos para realizarlos.

2.2.2.1 Modelado por subdivisiones

Este método es un tipo de modelado poligonal, donde el artista utiliza una forma geométrica, por ejemplo, un cubo, cilindro o esfera y la subdivide y deforma hasta que consigue la forma que quiere. Este proceso se suele llevar en diferentes fases. En primer lugar, se empieza con una malla con resolución baja donde se define la forma básica. Seguidamente la malla es subdividida, se multiplican los polígonos que contiene el modelo, refinando los bordes rectos. Este proceso se repite hasta que la calidad final es la deseada.

Este método de modelaje es uno de los más comunes dentro del modelaje poligonal.

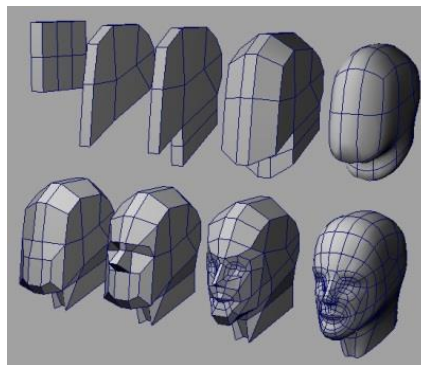


Fig. 5 Ejemplo modelaje por subdivisiones [bibliografía 7]

2.2.2.2 Modelado a partir de Bordes y Contornos

El modelado a partir de bordes y contornos es otro tipo de modelado poligonal. En este método los artistas desarrollan el modelado pieza por pieza, y no a partir de refinar una geometría primitiva.

Esto se hace colocando los bucles de los polígonos a lo largo de contornos rellenando huecos que se encuentran entre ellos.

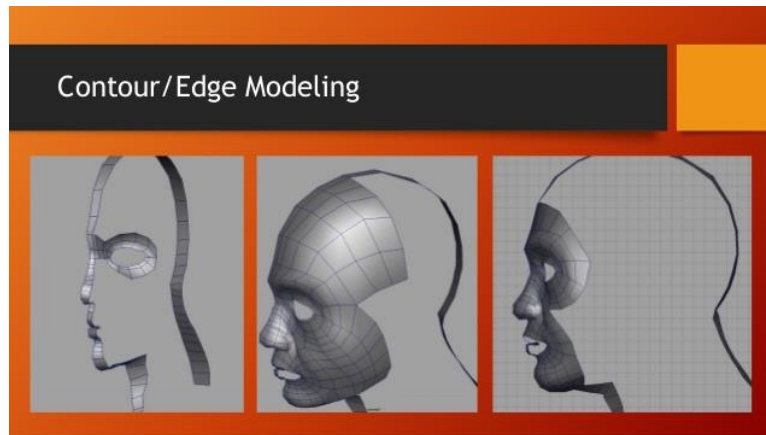


Fig. 6 Captura de una diapositiva de Deborah Anderson [bibliografía 8]

2.2.2.3 Escultura digital

Es una técnica que con la llegada de nuevas herramientas de software se ha convertido en una de las principales disciplinas dentro del proceso de creación y preparación de personajes tanto para videojuegos como para el cine.

A estas nuevas tecnologías las denominan tecnologías disruptivas. El proceso de la escultura digital permite diseñar modelos 3D de una manera menos restrictiva que las anteriores ya que no hay que preocuparse tanto por el flujo de bordes o la malla poligonal. Este proceso permite a los artistas crear modelos 3D de una forma similar al proceso de esculpir arcilla digital.

En este método las mallas son creadas orgánicamente. Se usa un dispositivo de tableta para dar forma al modelo, al igual que un escultor utiliza un pincel en trozos de arcilla. Con la escultura digital, la escultura de criaturas y personajes ha alcanzado niveles superiores. Es un método de trabajo donde el proceso se realiza más rápido y con más eficiencia.



Fig. 8 Captura escultura digital de GNOMON [bibliografía 9]

2.2.2.4 Modelado procedural

El modelado procedural se refiere a los modelos que son generados a partir de un algoritmo, que no están creados manualmente por los artistas.

En este modelo los objetos que se crean se desarrollan sobre la base de parámetros o reglas que defina el usuario. Este tipo de modelaje se utiliza ampliamente en objetos orgánicos como árboles y hojas, donde la complejidad y las variaciones pueden llegar a ser infinitas. Estos objetos se pueden modificar a través de varias configuraciones editables. Por ejemplo, puede cambiar la densidad de las ramas, la altura de los troncos de los árboles, la curvatura de las ramas, etc.

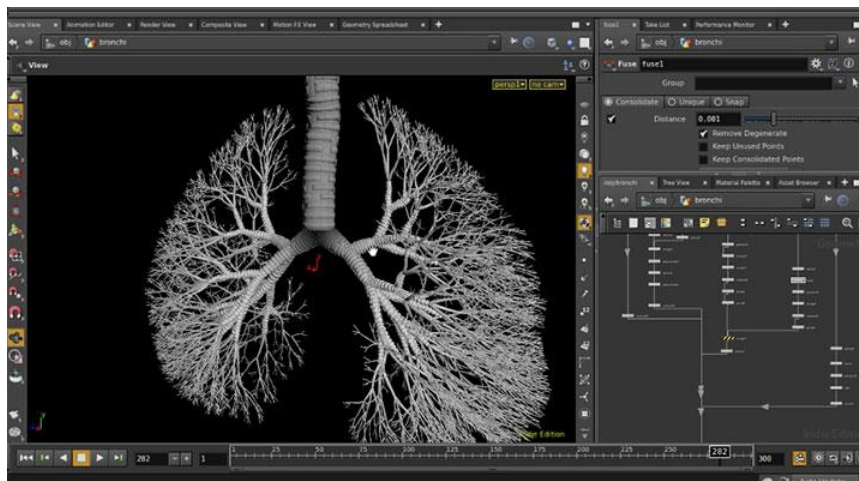


Fig. 9 Ejemplo Modelado procedural con Houdini [bibliografía 10]

2.2.2.5 Modelado basado en imágenes

En el modelado basado en imágenes, los objetos 3D se generan algorítmicamente a partir de un conjunto de imágenes 2D, que son de naturaleza estática. Este tipo de modelado se utiliza en casos en que el modelador se enfrenta a restricciones presupuestarias o de tiempo, y no puede desarrollar imágenes 3D completamente realizadas.

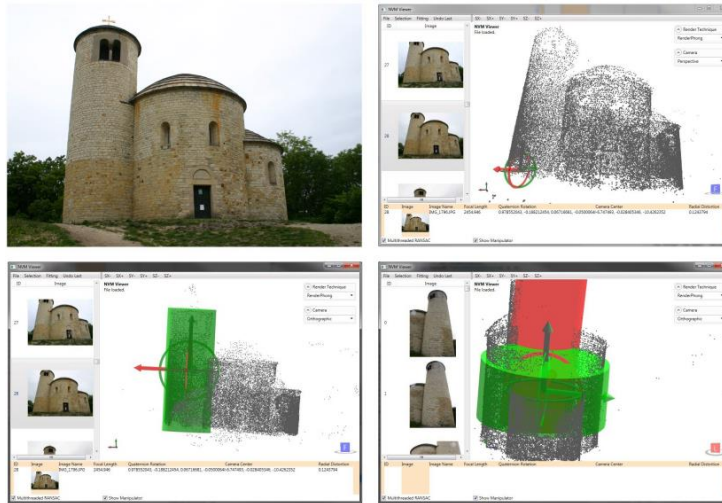


Fig. 10 Ejemplo de modelado basado en imágenes [bibliografía 11]

2.2.3 Texturizado

Antes de empezar con el proceso de texturizado hay que crear el mapa de UV del personaje. El mapa de UV es el proceso de proyectar una imagen 2D en una malla 3D para darle forma, detalle y textura. Para poder crear el mapa de UV el personaje debe estar *unwrapeado* antes.

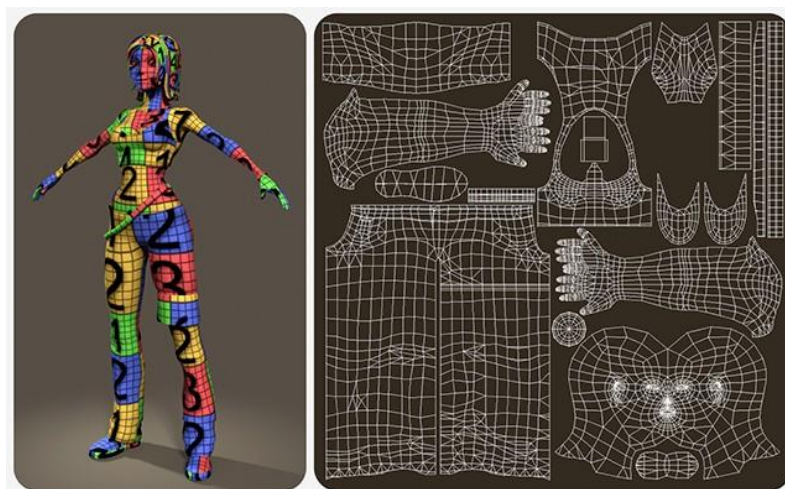


Fig. 11 Ejemplo de personaje *unwrapeado* [bibliografía 12]

Una vez hecho esto, el siguiente paso a seguir es el texturizado. Es el proceso de aplicar una imagen a un objeto 3D. Las texturas son imágenes planas que se aplican a un modelo 3D para darle color y detalle. Por otro lado existen los *shaders* que son los encargados darle al modelo detalles extras que no están en el objeto como opacidad, reflectividad, profundidad, etc.

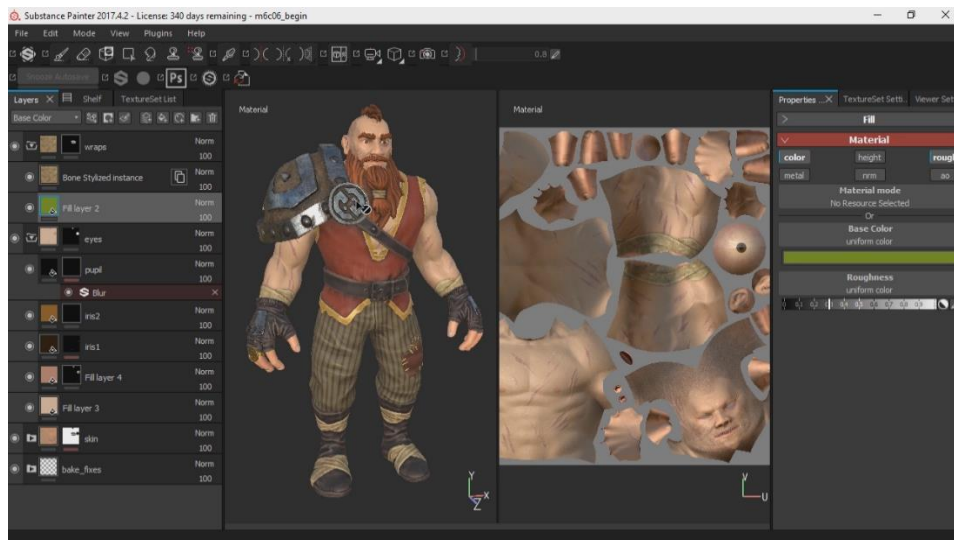


Fig. 12 Ejemplo de texturizado en Substance Painter [bibliografía 13]

2.2.4 Rigging

El rigging es una técnica utilizada en la *animación esquelética* para la representación de personajes 3D utilizando una serie de huesos digitales conectados.

Este proceso consiste en crear una estructura de huesos para un modelo 3D. Esta estructura de huesos se utiliza más adelante para controlar y mover el objeto 3D como si fuera una marioneta.

Para que con el esqueleto generado se mueva la geometría del modelo hace falta hacer el *Skinning*. Este proceso consiste en, mediante influencias, conectar los vértices del modelo a sus huesos digitales, para poder deformar la geometría.

Una vez realizado el Rigging y el Skinning el personaje puede animarse. Para facilitar el proceso de animación, se crean controladores. Estos controladores suelen ser polígonos primitivos como cuadrados o círculos los cuales que controlan el movimiento de los huesos. Esencialmente están hechos para que el animador no tenga que seleccionar cada hueso cada vez que quiera animar.

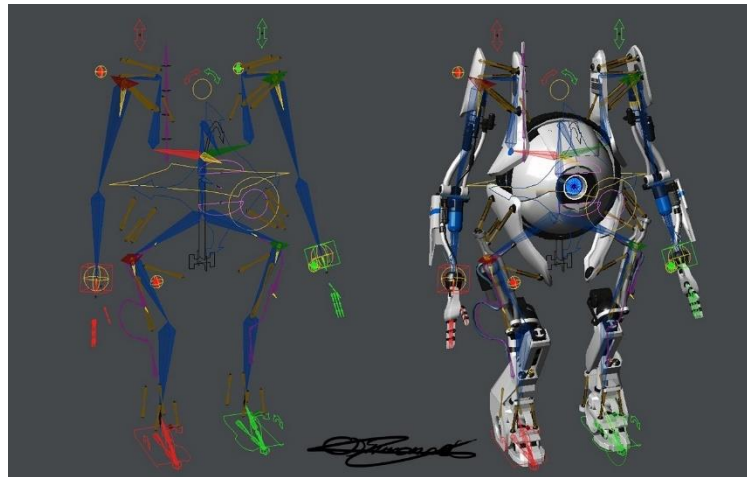


Fig. 13 Rigging y Skinning de un robot de Kaylah Hasson [bibliografía 14]

2.3 Software 3D y Animación

En el mundo de la creación digital las principales herramientas son el *Software*. Hoy en día hay muchísimos tipos de *Software* que nos permiten realizar el proceso de *modelado*, animación, texturizado, iluminación, *rigging*, *skinning*, etc.

Los *Software* 3D suelen ser programas más generalistas, donde se unen todos los procesos comentados anteriormente. Pero por otro lado existen programas más específicos y que los convierten en lo mejor dentro de ese mercado, por ejemplo Zbrush se centra más en modelado de escultura digital.

Actualmente en la industria de los videojuegos, los *softwares* que más se utilizan dentro del 3D y la animación son: 3Ds Max, Autodesk Maya, Houdini, Zbrush y Blender.

La elección del *Software* 3D más óptimo dentro de las empresas de videojuegos depende mucho del workflow que la empresa siga. Son softwares muy parecidos y de los que se puede exportar con una calidad muy alta.

De los *softwares* que se han nombrado, los utilizados para este proyecto van a ser los siguientes:

2.3.1 Autodesk Maya

Autodesk Maya es un *software* 3D generalista, contiene una gran cantidad de herramientas que lo hacen un programa muy completo y competitivo dentro de la industria de los videojuegos.

Se va a utilizar Autodesk Maya principalmente para el proceso de *rigging*, *skinning* y para hacer las animaciones del personaje.

Actualmente en una gran parte de la industria de videojuegos es el *software* por excelencia para animar. A parte de eso durante la carrera ha sido el *software* que más hemos trabajado y con el que me siento más a gusto.



Fig. 14 Maya



Fig. 15 Captura animación dentro de Maya

2.3.2 Zbrush

Zbrush es el programa referente en cuanto a escultura digital se refiere. Debido al diseño del personaje y al tiempo reducido que se tiene para este proyecto la elección para el modelado del personaje va a ser *Zbrush*. Es un *software* que te permite empezar a diseñar directamente esculpiendo y de una manera más fácil y eficiente que en el modelado tradicional.



Fig. 16 Zbrush



Fig. 17 Captura de modelado en Zbrush

2.3.2 Substance Painter

Finalmente el *software* que se utilizará para el texturizado del modelo 3D de este proyecto será Substance Painter.

Este *software* se ha convertido en una herramienta estandar para los estudios de videojuegos de todo el mundo por el texturizado. Este *software* permite texturizar con *PBR* y la renderización del objeto 3D en una escena.



Fig. 18 Substance Painter

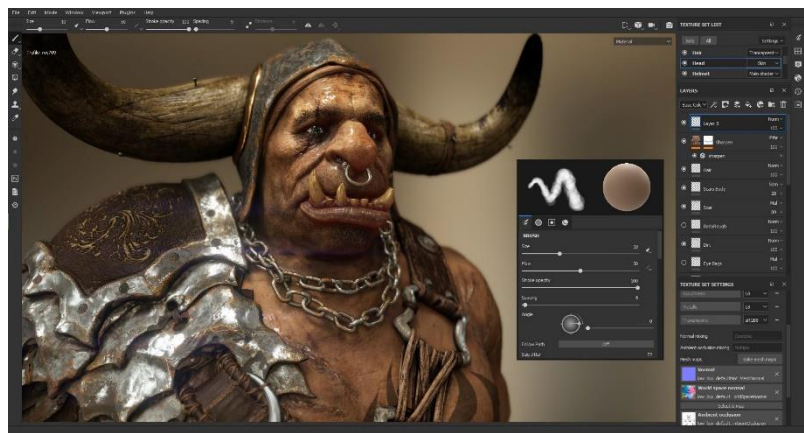


Fig. 19 Captura texturizado en Substance Painter[bibliografía 15]

3. Gestión del proyecto

El trabajo de fin de grado es un trabajo de una duración aproximadamente de 4 y 5 meses, es por eso que la gestión de las tareas ha de ser óptima para poder finalizar el proyecto. Se estima que el tiempo en horas para realizar este trabajo es de 250 – 300 horas.

Tal y como se ha planteado este trabajo se va a dividir en 3 fases:

- Pre-Producción: En esta fase se diseñará la idea del personaje a modelar y la lista de animaciones que este realizará. Dentro de esta fase entrarán también las fases previas al modelado del personaje como son la del *Blockout*.
- Producción: Esta fase es la más importante y la que más carga de trabajo conlleva ya que aquí se deberá desarrollar el *modelo 3D* junto con sus animaciones.
- Post-Producción: Finalmente el *modelo 3D* será implementado dentro del motor y testeado para que funcione a la perfección dentro del juego.

3.1 Procedimientos y herramientas para el seguimiento del proyecto

3.1.1 GANTT

Para el correcto seguimiento de cada una de las fases junto con sus tareas se ha realizado un Gantt. En este documento se detallan los plazos calculados para cada una de las tareas repartidas en las diferentes fases.

Es una muy buena herramienta para la gestión y seguimiento del trabajo ya que te permite, de una manera bastante exacta, saber en qué punto del proyecto estás o deberías de estar según tus previsiones.

Para la asignación de tiempos a cada una de las tareas se ha analizado cada una de las semanas que dura este proyecto y se ha tenido en cuenta el tiempo disponible que podrá ser dedicado al proyecto.

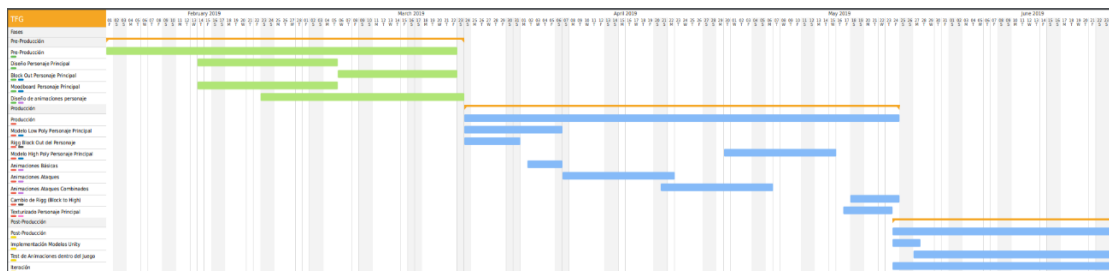


Fig. 20 - Imagen del diagrama de Gantt realizado con Trellogantt

3.1.2 Trello

Para la organización de cada una de las tareas más específicas se utilizará Trello. Es un software de administración de proyectos con una interfaz muy interactiva y fácil de utilizar.

Con esta herramienta se organizarán, clasificarán y se revisarán cada una de las tareas planificadas para la ejecución del proyecto.

Cada una de las tareas tendrá diferentes etiquetas de diferentes colores los cuales serán útiles para definir en qué fase se encuentran, a que especialización están destinadas y el estado de cada una de ellas.

-Fase en la que se encuentran: Etiqueta verde (Post-Producción), Etiqueta roja (Producción), Etiqueta Amarilla (Post-Producción)

-Especialización: Etiqueta azul (*Modelaje*), Etiqueta Gris (*Rigging*), Etiqueta Morada (*Animación*)

-Estado: To Do (Tareas que quedan por hacer), To Revise (Tareas que se han completado pero necesitan ser revisadas), Re-Do (Tareas que han sido completadas pero tienen que cambiarse porque no han pasado la revisión), Done (Tareas que han pasado la revisión y están listas)

Más adelante se explicarán las herramientas de validación (Revise) que se van a llevar a cabo para las tareas.

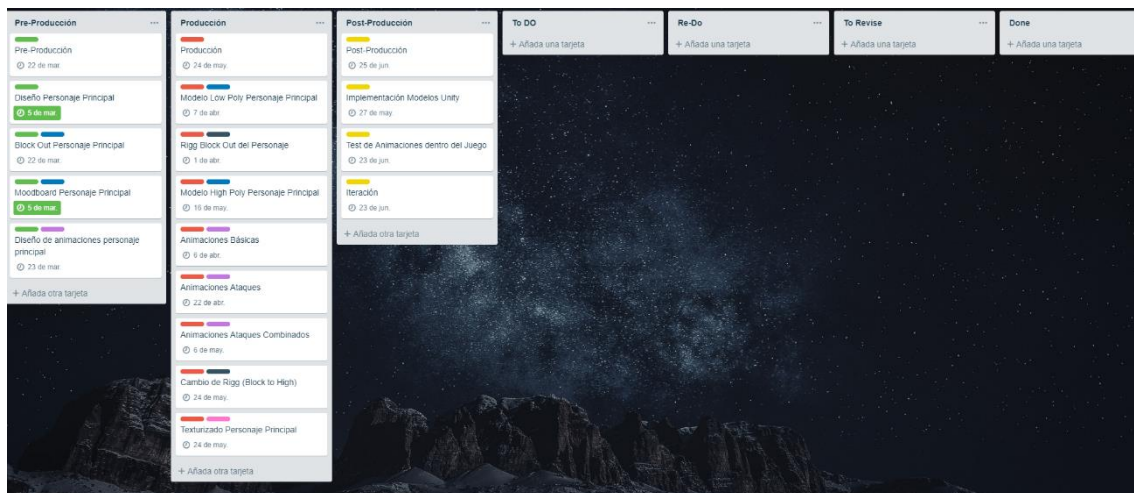


Fig. 21 Imagen de la herramienta Trello para la administración de tareas

3.1.3 Google Drive

Debido a que una parte de este trabajo va a complementarse con el trabajo de Adrián Castillo se utilizará la herramienta Google Drive para compartir archivos de manera rápida y eficaz.

Esta comunicación se producirá principalmente durante la fase de Post-Producción donde se testeará el modelo dentro del repositorio donde estará el juego programado.

3.2 Herramientas de validación

En este trabajo las herramientas de validación principalmente van a ser las entrevistas con el tutor de proyecto, Marc Ripoll, y otros profesores especializados en la temática de este trabajo como Elías Borrás.

Se programarán diferentes sesiones donde se mostrará el trabajo realizado hasta la fecha para que sea revisado. Estas sesiones servirán para analizar la calidad y la viabilidad de la correcta continuación del proyecto igual que posibles errores o mejoras que puedan aplicarse este.

Por otro lado, Adrián Castillo, compañero que se encargará de programar el juego va a ser el encargado de revisar que el modelo cumpla todas las especificaciones para que pueda ser introducido dentro del juego.

3.3. DAFO

Para poder hacer un estudio de el objetivo y las características del proyecto se ha creado un DAFO donde se apuntarán los puntos positivos y negativos de este trabajo para realizar un buen desarrollo.

	Positivos	Negativos
Origen Interno	Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> -Pasión por la <i>animación 3D</i> y los videojuegos. -Experiencia con Autodesk Maya. -Experiencia con el <i>workflow</i> de <i>Rigging</i>, <i>Skinning</i> y <i>Animación 3D</i> de personajes. 	Debilidades <ul style="list-style-type: none"> -Falta de experiencia con <i>Zbrush</i> y <i>Substance Painter</i>. -Poca experiencia en la creación de <i>Concept Art</i>. -Pocas horas seguidas libres para trabajar.
Origen Externo	Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> -Realizar un personaje que se vea y se mueva bien dentro de un videojuego. -Ampliar mi <i>portfolio</i> profesional para futuras ofertas de trabajo. -Mejorar mi habilidad como <i>modelador 3D</i> 	Amenazas <ul style="list-style-type: none"> -Competencia profesional muy alta a nivel de <i>freelance junior</i>.

Tabla 1 DAFO

3.4. Riesgos y plan de contingència

Risc	Solució
<i>Modelo 3D</i> poco óptimo para el juego	Crear un modelo 3D con menos resolución de poligonaje para asegurar que pueda incluirse dentro del proyecto.
Fallo técnico de Software	Ir guardando la escena cada X tiempo para tener copias de seguridad y evitar perder el trabajo de una sesión de trabajo entero por un fallo del Software.
Lista muy amplia de Animaciones	Crear una lista alternativa con las animaciones básicas para el juego.
Problema de Hardware	Realizar revisiones técnicas una vez al mes y tener actualizado mi otro ordenador (portátil) con el Software necesario por si sucede algún imprevisto con mi ordenador principal.

Tabla 2 Riesgos y Contingencias

3.5. Análisis inicial de costes

Este proyecto se va a enfocar como un trabajo que realizaría un artista *freelance* para una empresa de videojuegos externa. Es por eso que se tiene que hacer un análisis de los gastos y costes del proyecto para crear una factura que recibirá la empresa la cual va a contratar los servicios.

Al tratarse de un proyecto que principalmente se va a crear a partir de software 3D, el principal coste va a ser las licencias de estos programas y costes que se generan como trabajador autónomo.

En cuanto al precio de licencias para Software hay dos tipos de licencias; las perpetuas y las suscripciones. Las perpetuas se pagan una única vez y tienes acceso sin limitación de tiempo a la licencia. En cambio, las licencias de suscripción se pagan cada cierto tiempo (mensual, semestral, anual...) y obtienes acceso al software durante ese determinado tiempo.

Costes de licencias de Software	
AUTODESK MAYA	1984,40€ -- Suscripción anual
ZBRUSH	895€ -- Perpetua
SUBSTANCE PAINTER	239€ -- Suscripción anual
Adobe Creative Cloud	725,85 € -- Suscripción anual

Tabla 3 Costes de Licencias de Software

Para hacer una buena estimación del precio que nos va a costar realizar este proyecto tenemos que desglosar el precio en horas de cada uno de estos productos. Teniendo en cuenta que vamos a trabajar aproximadamente unas 300 horas, el precio que se va a dedicar a licencias de Software sería el siguiente:

Coste para el proyecto de licencias de Software	
AUTODESK MAYA	67,95€
ZBRUSH	30,65€
SUBSTANCE PAINTER	8,18€
Adobe Creative Cloud	24,85€
TOTAL	131,63€

Tabla 4 Costes para el proyecto de licencias de Software

Como se ha comentado antes el proyecto esta considerado como un trabajo para una empresa. El precio medio de un *Animador/Modelador 3D freelance junior* es de 15 € a 20€ por hora trabajada.

Precio por horas trabajadas	
Precio 300 horas	4500€

Tabla 1 Precio por horas trabajadas

Hay algunos factores que, como trabajador *freelance*, se tienen que tener en cuenta si queremos que el beneficio del proyecto sea más óptimo. Estos gastos se incluirán como extras ya que son ajenos a la producción como son la amortización del equipo, cuota de autónomos, cotización y gastos de desplazamiento y dietas.

Costes extras	
AMORTIZACIÓN DEL EQUIPO	70€
CUOTA AUTÓNOMOS 2019	283,3€ / mes
DIETAS Y DESPLAZAMIENTOS	100€
LICENCIAS	131,63€

Tabla 5 Costes extra

Para la cuota de autónomos fraccionaremos su precio en horas igual que con las licencias de Software y el resultado final para las 300 horas de trabajo es de 116,42 €. Con la suma de los otros costes extra el resultado final es de 418,05€.

Entonces el coste de precio por horas trabajadas 4500€ y los costes extra 418,05€ suman 4918,05€. A este precio le aplicaremos un 15 % de margen de beneficio: $4918,95€ + 15\% = 5656,79€$.

Precio final: $5656,79€ + 21\% \text{ IVA} = 6844,71 €$

4. Metodologia

Este proyecto está enfocado y organizado para dividirse en 3 fases. Estas fases son referentes a la metodología tradicional y más común dentro de la industria de los videojuegos. Estas 3 fases son: preproducción, producción y postproducción. Cada una de estas fases contará con sus respectivas tareas.

En primer lugar, la preproducción, en esta fase se producirá todo el contenido creativo, todas las bases que luego harán falta para la producción. Aquí es donde se definirá al personaje, sus características y habilidades. Se creará una ficha donde se recogerá la información necesaria para su modelado y su diseño de animaciones. Por otro lado, se realizará una lista de animaciones a diente a las habilidades que va a tener el personaje dentro del videojuego.

Cuando acabe el proceso creativo se llevará a cabo la segunda fase, producción. En esta fase es en la cual se creará todo el contenido necesario para poder implementar el personaje en el juego. En esta fase se modelará el personaje, se texturizará, se *riggeará* y se procederá a la animación. Todo esto se explicará más a fondo en el apartado de Desarrollo del Proyecto.

Finalmente, la postproducción constará básicamente de probar el modelo dentro del videojuego. Este proceso de iteración se repetirá hasta que el modelo cumpla los objetivos dentro del juego, se vea bien y las animaciones sean fluidas y a dientes al tipo de juego.

Una vez acabadas estas 3 fases el proyecto estará acabado.

5. Procedimiento

5.1 Diseño del Personaje

El diseño de personajes para una animación, una película, un videojuego, etc. No se centra únicamente en las acciones que va a realizar dentro de la historia sino también todo lo que significa y todo lo que representa.

Tanto su aspecto como su actitud tiene que representar la historia que se cuenta del igual que las cosas que no se ven implícitamente en el juego.

Es por eso que para la creación de un buen personaje hay que realizar un análisis previo del personaje.

5.1.1 Arquetipo

Según Carl Jung, “Los arquetipos se pueden considerar como imágenes que correlacionan con similitud motivos universales pertenecientes a mitos y leyendas, es decir, nos hablan del rol que el personaje juega en la historia”.

Es por eso que, al tratarse de un personaje para un videojuego, este se crea como un resultado de la historia el contexto de este.

Los principales e indispensables arquetipos que existen en la narrativa son, según Christopher Vogler, ejecutivo de desarrollo, guionista, autor y profesor de Hollywood, conocido por su etapa en Disney, los siguientes: Héroe, Mentor, Guardián del Umbral, Herald, Figura Cambiante, Sombra y el Embaucador.

En el caso de Shin, su arquetipo es el de Héroe, hace un sacrificio y tiene la tarea de proteger y salvar, en este caso a su ciudad.

5.1.2 Análisis del personaje

Historia de Shin

El personaje a diseñar se llama Shin, y vive en Tokio en el año 2050.

Este Tokio no es el que ahora conocemos, sino que ha cambiado debido a una gran inundación que sufrió en el año 2020 que lo destruyó por completo igual que al País entero. Después de 30 años los japoneses levantaron el país de nuevo y ahora Tokio es una ciudad de islas flotantes con una de las tecnologías más innovadoras del planeta.

Es tan alto el nivel de mejora en la tecnología que la motivación de superarse los ha llevado a crear a una inteligencia artificial a la cual ni los mejores ingenieros pueden parar.

Ahora mismo Tokio, igual que el mundo entero corre el peligro de derrumbarse por segunda vez. Esta vez no por un factor natural sino por la propia avaricia del ser humano.

Debido a este problema que amenaza con destruir a la población de los tokiotas han surgido diferentes bandas y organizaciones de humanos que gracias a la tecnología y a sus habilidades marciales intentarán que esto no ocurra.

Entre ellos aparece en escena Shin, una chica de 20 años que lo ha perdido todo por culpa de la inteligencia artificial que gobierna el país y que sobrevive robando el material más preciado, el unobtainium. Este material es el causante de todo, es una energía de la cual se alimenta la base central del enemigo que tiene en mente destruir la humanidad.

Escenario

Como ya se ha comentado la historia de Shin sucede en Tokio en el año 2050. Una ciudad creada a base de islas flotantes después del accidente natural con una tecnología que supera a lo humano, hasta el punto de que esta se les volvió en contra.

Gracias a la perseverancia y la la innovación tecnológica de la ciudad pudo superar la crisis y posicionarse como una de las potencias tecnológicas del mundo.

Aunque la ciudad haya avanzado muchísimo, en la actualidad, debido al inminente ataque de la inteligencia artificial la población se está empobreciendo y luchando por sobrevivir como puede.

La visión de este Tokio dentro de esta historia y que se plasmará en Shin plasma una ciudad pobre, oscura con toques de última tecnología a la vez que personas sin casa ni dinero para sobrevivir viviendo en la calle.

Mi principal inspiración y la que más se aproxima es cyberpunk 2077.



Fig. 22 Concept Art escenario Cyberpunk [bibliografía 16]



Fig. 23 Concept Art de SolarSouth, ciudad cyberpunk [bibliografía 17]

Shin

Shin tiene 20 años y quiere acabar con la inteligencia artificial que está destruyendo su país y que fue la culpable del asesinato de sus padres y de su hermana pequeña.

Después del trágico día en el que perdió a toda su familia su único refugio fue la búsqueda del material más preciado en el país y en el mundo entero, el Unobtanium, para poder venderlo y sobrevivir en este mundo ficticio controlado por una máquina malvada.

No hay un día que no recuerde lo que le paso a sus seres queridos y es por eso que parte de lo que gana en el mercado negro lo guarda para poder reunir los materiales necesarios para la creación de un arma que la ayudará a acabar con las máquinas.

Para este *moodboard* mis principales puntos eran buscar elementos característicos de personajes futuristas y con temática cyberpunk. Se buscaban referencias de buenas poses, peinados con coletas, moños o alguna trenza y sobre todo elementos adicionales a los atuendos de los personajes.

5.1.4 Concept Art

Una vez definidas las referencias y ya se tiene una idea clara de cómo queremos que se vea el personaje es hora de empezar a dibujar.

El concept art es el proceso de la preproducción en el que se diseñan ilustraciones con el objetivo de dar una representación más gráfica a una idea, producto, personaje...

Este proceso ayuda a definir los volúmenes, las formas, la personalidad a partir de poses características. Es un proceso que sirve como guía y referencia para otros departamentos a la hora de continuar con la producción.

Normalmente el acabado de estas ilustraciones no es muy refinado, es más, en la mayoría de casos se basa únicamente de líneas y sombras que definan el volumen y la pose principal del personaje.

Pero como dice Dylan Cole, director de arte de la película avatar con la Fig. 25. “Como vemos, el acabado de la imagen es impresionante, pero es un concepto, porque su función es la de servir de guía a los equipos de diseño de efectos especiales y diseñadores de fondos”. [18]



Fig. 25 Concept Art de un escenario de la película Avatar [bibliografía 18]

En cuanto a este proyecto mi concept art no será tan trabajado ya que, por una parte no tengo la habilidad suficiente para dibujar a tan alto nivel y por otra parte porque no es una de las prioridades dentro de este proyecto.

La principal prioridad para este proyecto es la de desarrollar mi habilidad de modelado 3D con *Zbrush* haciendo escultura libre y la de crear unas animaciones a dientes al videojuego al que van enfocadas.

En primer lugar, se hicieron diferentes *Thumbnails*, que son muestras en miniatura, sin mucho detalle de como visualizamos al personaje. En este proceso es donde más podemos dejar llevarnos con la imaginación ya que aún estamos definiendo las formas del personaje y no hay nada que deba tener detalle.

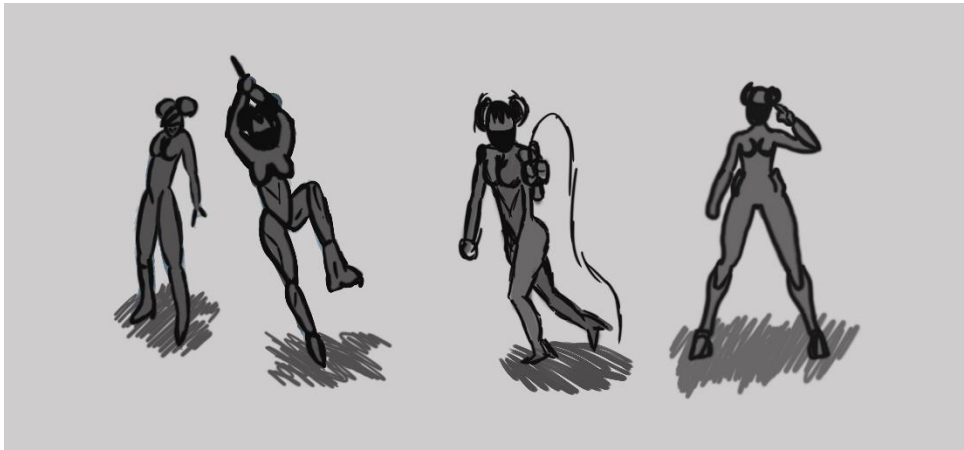


Fig. 26 *Thumbnails* del personaje Shin

Una vez definidas las formas que más nos gustan y que más transmiten la actitud y la historia de nuestro personaje pasamos al *Sketch*. En este proceso empezamos a definir con más detalle la ilustración. En el caso de este proyecto de las 4 *thumbnails* los dos que más me han gustado han sido el primero y el último. Y serán los que llevemos a la parte del *Sketch* para que poder escoger cuál de los dos será el final.



Fig. 27 *Sketch* de los dos *Thumbnails* escogidos

Se ha escogido esta ultima pose ya que refleja la actitud de Shin, y es el dibujo con las proporciones a dientes para este proyecto. Para el diseño de este personaje mi principal referencia es el personaje de Overwatch, Widowmaker.



Fig. 28 Imagen Widowmaker

Como se puede observar, la pose es sencilla, pero a su vez refleja personalidad y respeto. En cuanto a las proporciones, las piernas son desproporcionadas al cuerpo. Y se ha querido seguir el mismo tipo de proporciones para Shin. También se ha querido obtener una figura anatómica con músculos muy definidos y exagerados.

Finalmente pasaremos al último paso, la Ilustración. En este punto el aspecto básico del personaje ya está definido. Es ahora cuando se le dará color y se le intentará dar el máximo detalle al personaje para que se parezca a la idea que se tenía en mente. La Sketch que se utilizará al final para este proyecto es el último de todos.

Este concept art se utilizará como referencia para el modelado libre en *Zbrush* del personaje. Es probable que el resultado final sea diferente del concept art ya que, al tratarse de una técnica de modelado basado en la escultura libre, la creatividad influirá mucho a la hora de la producción del personaje.

A continuación, se mostrará la ilustración final del personaje Shin, con sus accesorios, su ropa y su gama de colores.

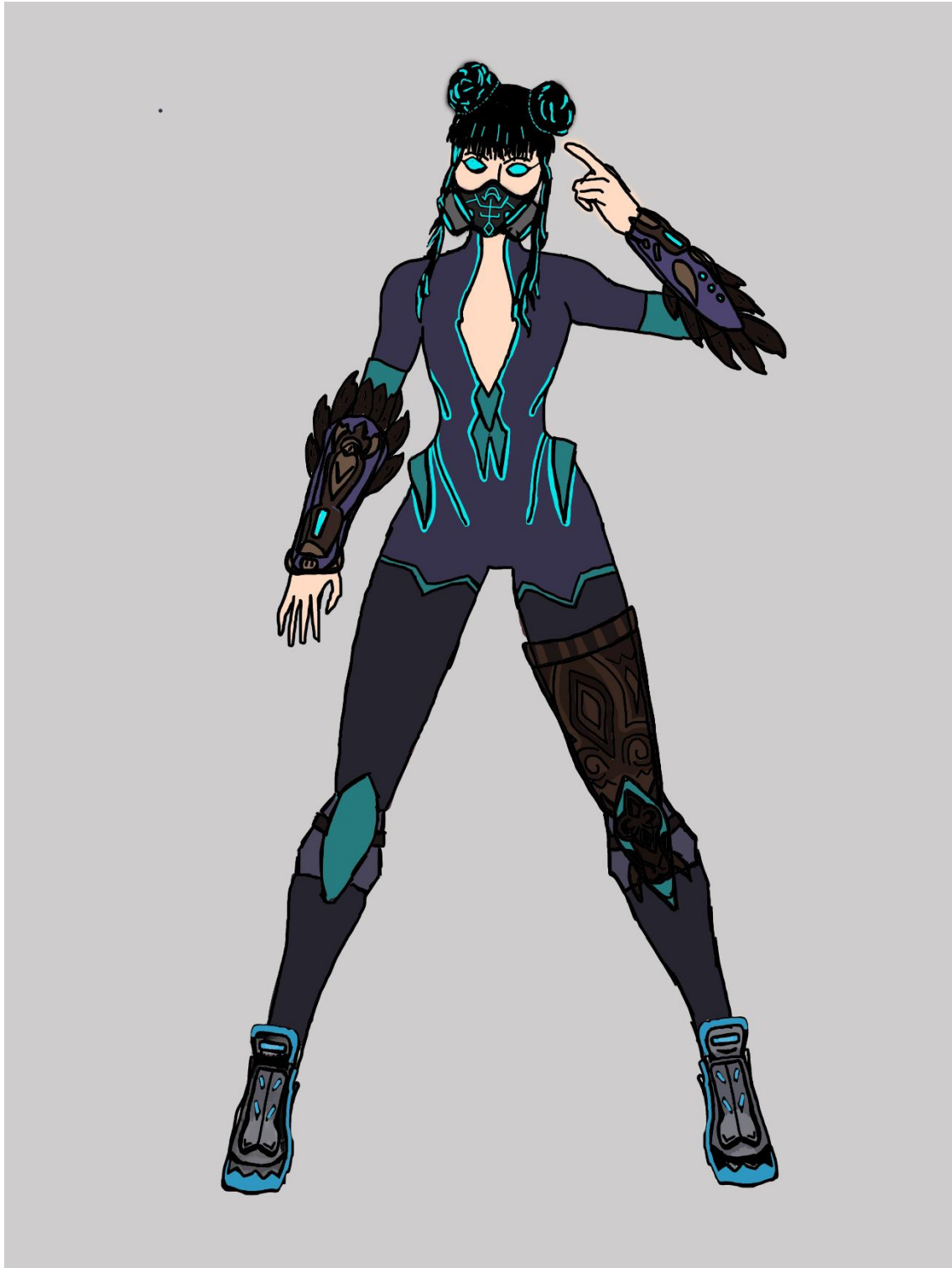


Fig. 29 Ilustración final de Shin

5.2 Diseño de las animaciones

Una vez tenemos una referencia visual de lo que va a ser el personaje, hay que diseñar las acciones que va a realizar dentro del juego. Estas animaciones se van a diseñar teniendo en cuenta las mecánicas y dinámicas que el juego va a ofrecer.

El juego va a ser un Plataformas 2D con movimiento scroleable con modelos 3D y con un combate frenético contra diferentes enemigos. Se ha escogido este tipo de movimiento lateral debido a que limita el nivel de animaciones que hay que realizar ya que el personaje únicamente se moverá en los ejes X e Y. Evitando el eje Z que es el eje que define profundidad en la mayoría de entornos tridimensionales.

Para las animaciones hay que separarlas en diferentes subcategorías: las animaciones de movimiento básico, ataques, habilidades especiales y reacciones.

Se ha hecho una lista extensa de animaciones, pero la finalidad de este trabajo no se basa únicamente en animar al personaje y es por eso que únicamente se van a realizar las animaciones de Caminar y Ataque de Puño.

El resultado de estas animaciones se mostrará en un video de YouTube.

5.2.1 Animaciones básicas

Las animaciones básicas son todas aquellas que implican el movimiento inato, base, del personaje. Estas animaciones son las principales ya que son las responsables de todo el movimiento de Shin. Dentro de estas animaciones se incluyen:

Caminar:

El caminar o, comunmente llamado *Walkcycle* dentro de la industria de los videojuegos, es una de las animaciones que más pulida tiene que estar y más realista tiene que sentirse. Esto es debido a que es una de las cuales se van a utilizar más, es la que permite al jugador desplazarse por el escenario.

En primer lugar hay que analizar el *timing* y la actitud que va a tener el personaje durante esta acción. En cuanto al *timing*, la animación durará 38 frames. En segundos són aproximadamente 1,5 segundos a una velocidad de 24 frames por segundo.

Por otro lado, la actitud que llevará el personaje será la de querer llegar a algún sitio. Es una animación un poco más neutral debido a que está enfocada para un videojuego, y va a ser una de las animaciones que más se utilice dentro del juego. Aun así la personalidad de sed de venganza, de chica fuerte y valiente va a estar igualmente reflejada.

Se han hecho 2 animaciones:

En primer lugar el Walk_01, el cual es mas tranquilo y más lento, podría ser utilizado en casos donde el jugador tiene que moverse con sigilo o con cuidado, incluso si el jugador está herido o viene de una situación que la ha desgastado mucho.

Link de la animación Walk_01:

<https://youtu.be/MQvdVw5tudI>

Y en segundo lugar el Walk_02, este en cambio es un poco más rápido y más neutral. Potencia más la actitud de sencilla pero peligrosa de Shin.

Link de la animación Walk_02:

<https://youtu.be/eZO6-6DGDsU>

Correr:

Esta animación es una extensión del caminar pero de forma más rápida. Será útil en algunas situaciones dentro del juego donde el jugador quiera ir más rápido de lo normal.

Idle:

Idle es la posición por defecto que tendrá el personaje cuando el jugador no esté realizando ninguna acción y el personaje esté quieto. Esta animación sirve para darle vida al personaje y que no se vea algo no natural al quedarse quieto si no se realiza ningún movimiento.

Agacharse:

Al ser un plataformas y con combates frenéticos es necesario que el usuario pueda agacharse para acceder a sitios escondidos o incluso para esquivar ataques durante los combates.

Saltar:

La animación de saltar es una de las más importantes en este juego ya que gracias a esta mecánica el jugador podrá avanzar a lo largo del juego y superar los diferentes obstáculos repartidos a lo largo del escenario.

5.2.2 Animaciones de ataques

Este apartado engloba las animaciones relacionadas con el combate. Estas animaciones serán las que más cambios y más testeos van a sufrir debido a que son las que mejor se tienen que sentir dentro del juego ya que son las que van a crear la sensación de combate frenético. Por esa razón, van a tener que realizarse con el modelo de enemigo dentro de la escena e

ajustarse perfectamente dentro del motor de Unity para testear el combate. Cada una de ellas ha de ser dinámica y muy rápida.

Ataque puño:

La animación de ataque de puño será la primera animación que el jugador podrá observar dentro del juego. La animación tendrá un carácter de ataque con disciplina de artes marciales como el karate o el boxeo.

Las principales referencias para esta animación han sido recopilaciones de deportistas boxeadores, tanto hombre como mujeres, dando puñetazos. No he podido quedarme con una en concreto y es por eso que he hecho una combinación de diferentes poses de diferentes referencias y he añadido algunos a mi gusto durante la animación.

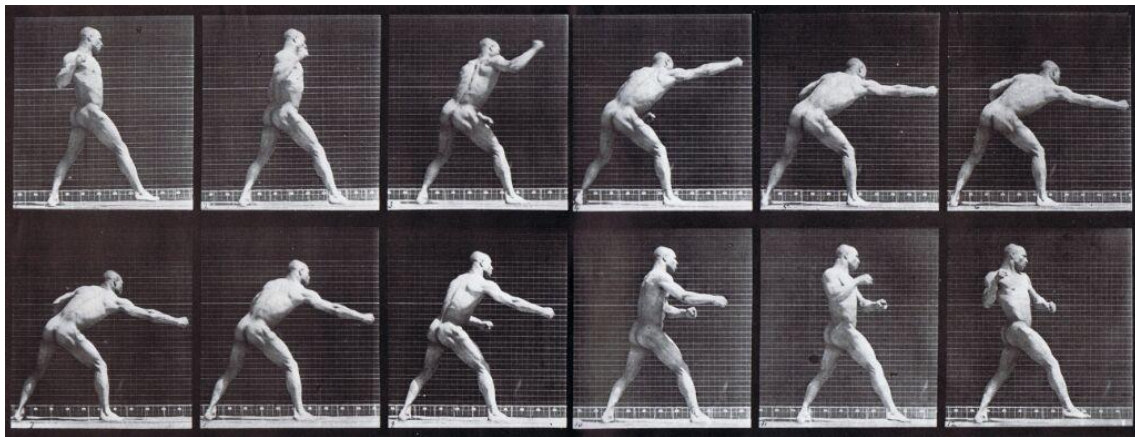


Fig. 30 Imagen poses boxeador

Para esta animación me ha sido muy útil la búsqueda de imágenes de referencia como la Fig... para crear unas poses iniciales que ayudaron a tener una base firme y correcta de la secuencia de movimientos que el personaje iba a realizar.

Tanto para la animación de caminar como para la de ataque de puño se han seguido como base los 12 principios de animación de Frank Thomas y Ollie Johnston, creadores del libro *The Illusion of Life: Disney Animation*.

Estos 12 principios de animación son los siguientes: compresión y extensión, anticipación, puesta en escena, animación directa y pose a pose, acción complementaria y acción superpuesta, acelerar y desacelerar, arcos, acción secundaria, timing, exageración, dibujo sólido y atractivo. Muchos profesionales se refieren a estos 12 conceptos como “la biblia de la animación”. Principios que surgieron durante los años 30 y que se han ido transmitiendo y conforman la base del mundo de la animación.

En esta animación en concreto me he centrado mucho en la anticipación del movimiento y el timing. Con esto se ha querido realizar una animación rápida y contundente, que transmita fuerza y técnica.

Link animación Puñetazo en Unity:

<https://youtu.be/VnwMGSVKBIY>

Ataque patada:

Igual que la animación de puño pero con la pierna. También tendrá un carácter de disciplina de arte marcial, esta vez más enfocada al deporte Taikwondo. Se realizarán variaciones de esta, según el tiempo disponible, para poder ofrecer un combate más variado.

Ataque arma principal:

Durante el progreso del juego el personaje principal se encontrará con un arma, un látigo, el cual utilizará de diferentes maneras y una de ellas será para realizar ataques. Este ataque está pensado para una distancia media-larga en la cual el látigo se estirará y golpeará al enemigo que tenga en frente. Para realizar esta animación se buscaran diferentes referencias sobre todo en el juego *Castelvania*, uno de los referentes para nuestra idea de gameplay.

Equipar/Desequipar arma:

Esta animación es necesaria ya que al jugador se le va a ofrecer la oportunidad de equipar o no el arma. Esta animación será de muy baja prioridad y únicamente se realizará si la organización va tal y como lo planeado y las otras animaciones principales están hechas. No es prioritaria ya que el cambio de arma se puede crear y hacer entender al usuario escondiendo o mostrando el arma únicamente.

5.2.3 Animaciones especiales

Las animaciones especiales son todas aquellas que se salen de lo común y que no pueden englobarse dentro de las básicas o las de ataque.

Doble Salto:

En algunos niveles el doble salto será útil tanto como para el combate como para poder avanzar a lo largo del escenario. Para esta animación hay que calcular previamente las alturas de los diferentes obstáculos dentro del nivel.

En estas imágenes se muestra la escena del proyecto que está realizando Adrián Castillo y donde se puede observar las diferentes alturas del doble salto.



Fig. 31 Escena Unity Altura Salto 1

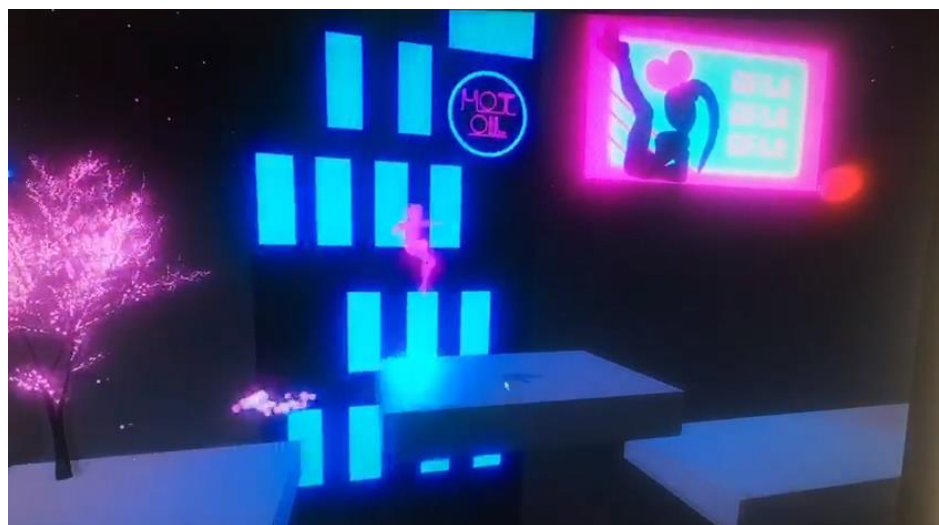


Fig. 32 Escena Unity Altura Salto 2

En la primera figura se muestra el primer salto el cual vemos que sobrepasa casi la altura del personaje y en la segunda vemos el impulso y la estela que deja a la altura del primer salto.

Estas imágenes sirven como referencia principalmente ya que luego dentro de Unity el control de la altura y la velocidad que coge durante el salto está mucho más controlada que no dentro del programa de animación que se utiliza, *Maya*.

5.2.4 Reacciones

En este último apartado se mostrarán las animaciones relacionadas con el personaje reaccionando a otros personajes y entornos.

Hit:

Para el hit habrá una animación principalmente, pero si se completan todas correctamente puede que se cree una variación. La animación hit se realizará cuando el personaje sufra daño de algún enemigo. Según la organización sólo se realizará una animación donde el hit al que reacción sea frontal, desde adelante. La variación será que tenga una animación de hit cuando le ataquen por detrás y que esta sea diferente que la primera.

Die:

Al ser un juego de combate y de plataformas, nuestro personaje podrá morir. Por ello es necesario una animación de Die. Esta se realizará con referencias tanto externas como internas grabándome a mí mismo.

Grab:

Esta animación es una extensión de la animación de ataque con arma. En este caso el jugador podrá lanzarle el gancho a un enemigo y atraerlo hacia él. La primera parte de la animación será igual a la de ataque, pero habrá que realizar la parte de recogida de gancho. Para esta se utilizarán de referencia diferentes escenas de cowboys lanzando látigos a caballos o escenas parecidas.

Dash / Dodge:

Finalmente, la animación de Dash/Dodge, desplazarse o esquivar. Esta animación es clave en cuanto al tipo de combate que se quiere ofrecer. Al ser un combate frenético las acciones sucederán muy rápidas y el jugador ha de tener la oportunidad de esquivar o moverse de manera rápida para poder completar los niveles y derrotar a los enemigos.

En cuanto a esta animación es una copia de la animación de correr, pero mucho más sencilla ya que únicamente con elegir una buena pose luego ya en el motor de videojuegos Unity ya se escogerán los tiempos de desplazamiento y la velocidad de estos. Y, si hace falta, algún sistema de partículas para dar más sensación de movimiento veloz.

5.2 BlockOut

Una vez definidas las animaciones que va a realizar el personaje y la estética visual que va a envolverlo, toca pasar a la primera aproximación de Shin en 3D.

El primer proceso antes de crear un modelo 3D para que sea animado es el *BlockOut*. Esta técnica hace referencia a la creación de las proporciones del personaje utilizando geometrías básicas como son cubos, esferas, cilindros, conos, etc.

Este proceso agiliza la creación de un rig que pueda utilizarse más adelante. Este rig permitirá que se puedan empezar a realizar animaciones y sobre todo entender cuáles son los elementos principales que el modelo *High Poly* va a tener y que van a necesitar de un esqueleto para su movimiento.

Para empezar con el *BlockOut* se ha cogido un personaje de *MixAmo* [bibliografía 19] de una chica con formas geométricas básicas.

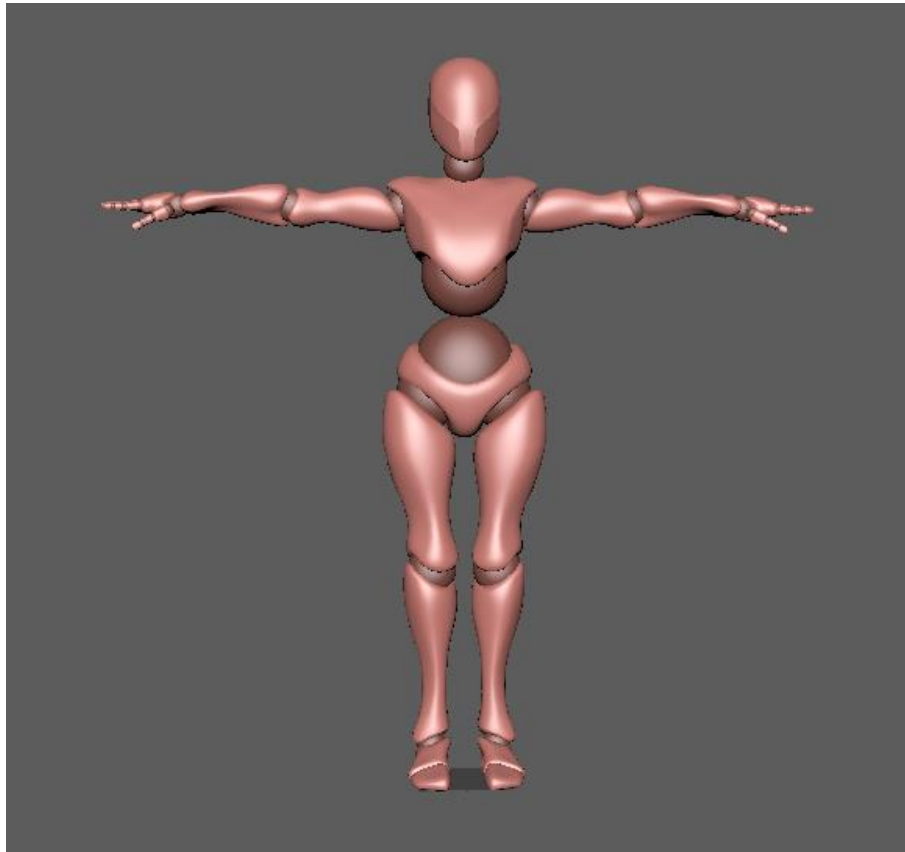


Fig. 33 BlockOut de personaje femenino de MixAmo [bibliografía 19]

Con el programa *Autodesk Maya*, software especializado en modelado y animación de objetos tridimensionales, he añadido diferentes geometrías que diferenciarán al personaje principal.

Estas principales diferencias son el pelo y los diferentes accesorios que lleva como vestuario que serían los antebrazos y la pierna. Estos complementos se han realizado con geometrías básicas como esferas (moños pelo), cilindros (coletas frontales y armaduras).

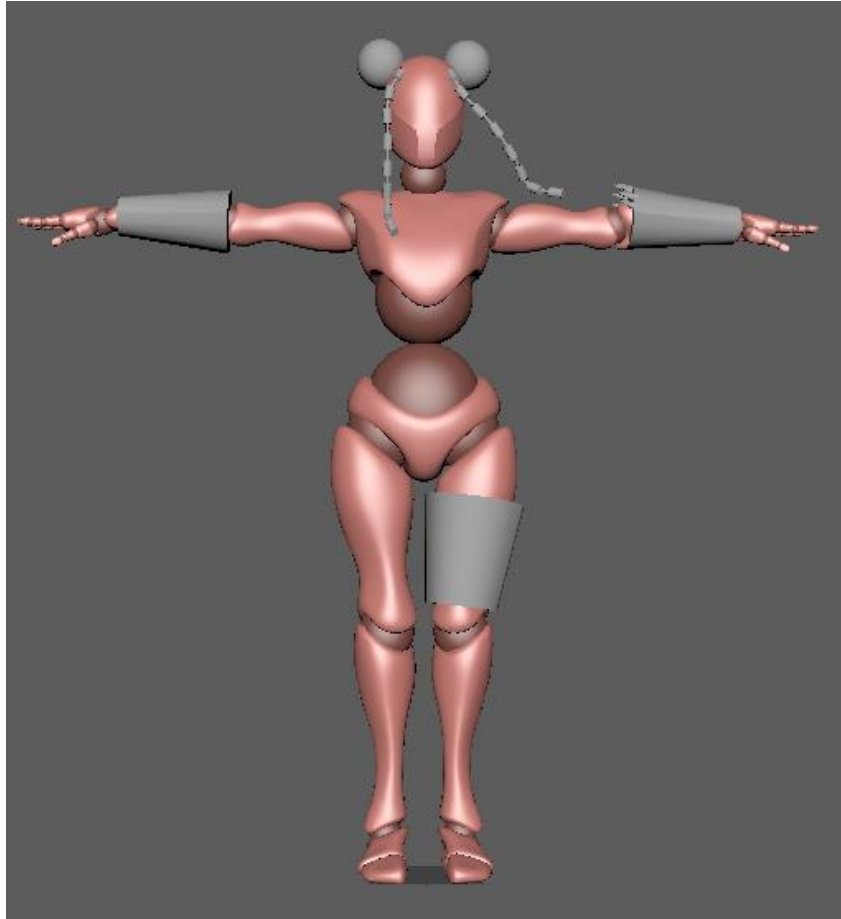


Fig. 34 BlockOut con partes diferenciales de Shin

Las formas que he incluido son muy sencillas, pero para lo que realmente sirve el *BlockOut*, que su principal función es dar soporte a poder empezar a animar un rig que va a ser prácticamente igual que el *rig* final, lo único que se necesita principalmente es el pelo.

En esta fase del proyecto en la que aún no está creado el modelo *High Poly*, es mejor prevenir creando un *rig* para pelo que no hacerlo. Esta duda surge a la hora de pensar si el pelo va a estar animado igual que el cuerpo con animación esquelética, o se va a utilizar una simulación de físicas para el pelo.

Esta decisión se tomará una vez el pelo esté modelado y en función del timeline que se lleve. La diferencia principal entre animarlo de forma tradicional con un esqueleto y de forma automática con una simulación de físicas es el tiempo. En la primera opción hay que mover el pelo para cada acción que necesite el personaje, en cambio, si se utiliza la simulación, el programa automáticamente mueve el pelo en función de los movimientos del personaje.

Por ahora, como la cantidad de pelo que va a incluirse en el modelo no es exageradamente grande se creará un *rig* para él.

5.5 Rigging

Una vez realizado el BlockOut podemos empezar a crear un esqueleto virtual dentro del programa *Autodesk Maya*.

El rigging es una fase del trabajo necesaria en el modelado orgánico en 3D y sobre todo para la animación. Es la fase centrada en realizar un sistema de huesos, esqueleto virtual, expresiones faciales, para que el personaje 3D se mueva y gesticule tal y como su definición de personalidad y movimientos.

Como ya se ha comentado con anterioridad el programa que se va a utilizar para crear el BlockOut, para crear el esqueleto virtual y para animar es *Autodesk Maya*. Actualmente es uno de los programas referente para animar y para riggear. Ofrece una amplia cantidad de funciones de las cuales me voy a aprovechar y la interfaz que utiliza es muy familiar para mí ya que es el programa que llevo utilizando alrededor de 4 años ya.

Este esqueleto está formado por *Joints*, también conocidos como articulaciones. Estos huesos son, comparándolos con el cuerpo humano, las articulaciones de nuestro esqueleto, funcionan de la misma manera. Son puntos de articulación que permiten controlar los movimientos de nuestro personaje.

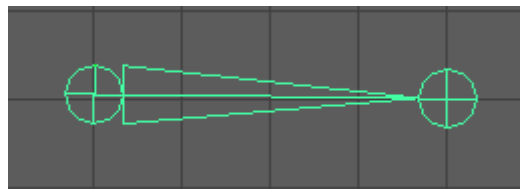


Fig. 35 Ejemplo de Esqueleto dentro de Maya

Como se puede observar en la imagen las dos bolas serían los *Joints* y la unión actuaría como hueso.

Cada Joint conectado sigue una jerarquía, cada hueso es padre del siguiente conectado a él. Esta jerarquía define los movimientos de los huesos. Un ejemplo, si yo muevo la cadera, todos los huesos de mi torso superior se moverán siguiendo el movimiento de mi cadera. En cambio, si yo muevo mi brazo, no va a suponer ningún movimiento hacia mi hueso de la pierna derecha. En esto consiste la jerarquía y es así como se trabaja en Maya.

Por eso es muy importante definir bien un esqueleto, que tenga sentido, y con una jerarquía correcta. Por otro lado, y para seguir mejor la jerarquía del esqueleto, es necesario nombrar

cada uno de los huesos por su nombre para una buena metodología de trabajo dentro del programa. Esta jerarquía se verá ilustrada en el *Outliner* de Autodesk Maya.

En resumen, el movimiento de un hueso va a afectar al movimiento de sus hijos.



Fig. 36 Jerarquía de Huesos2

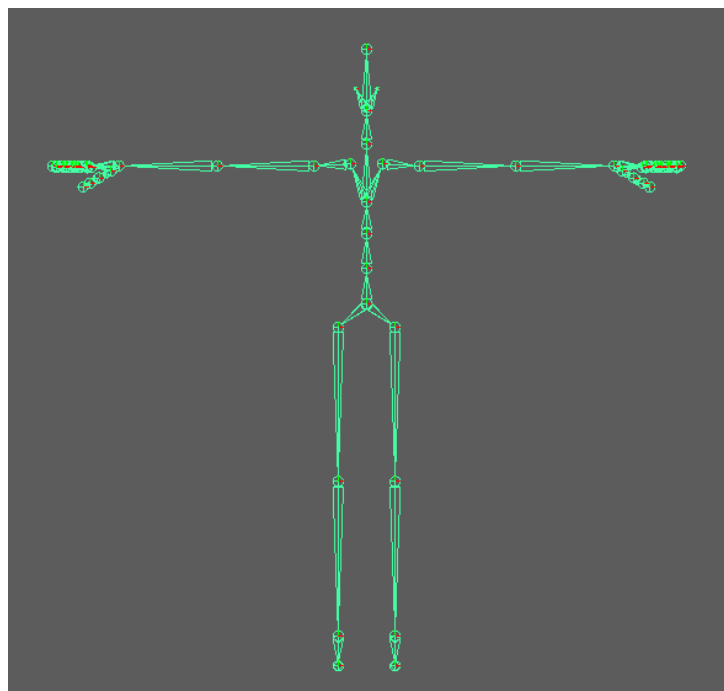


Fig. 37 Rigging BlockOut sin la malla

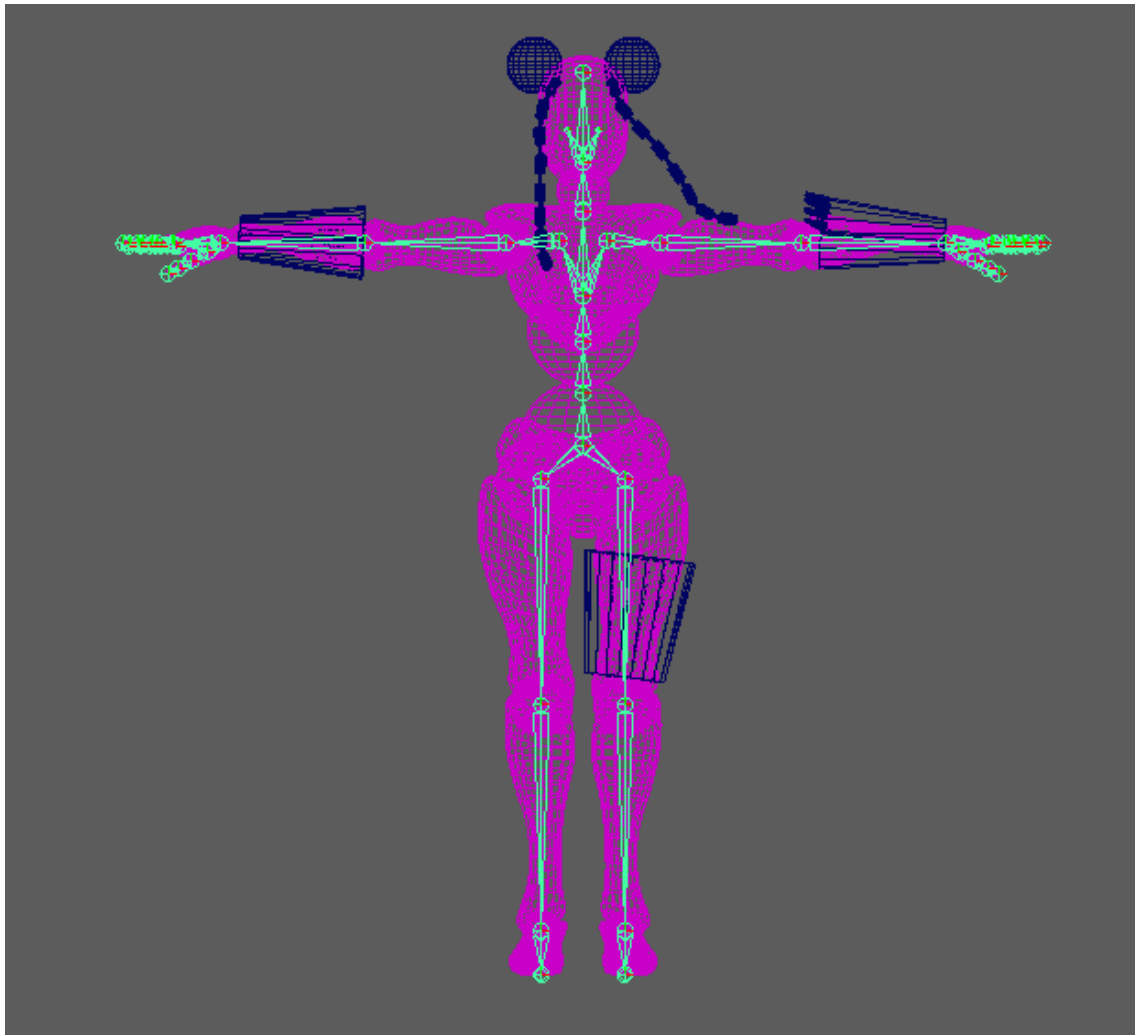


Fig. 38 Rigging BlockOut con la maya en Wireframe

Una vez realizado el esqueleto hay que retocar algunas cosas como por ejemplo el movimiento que van a realizar los huesos de las piernas.

Inverse Kinematics y Forward Kinematics

Como he comentado antes, dentro de la jerarquía de huesos, los padres influyen a los hijos en cuanto al movimiento se refiere, pero no al contrario. Este tipo de movimiento, que sigue la jerarquía de huesos, se llama *Forward Kinematics*. En este tipo de movimiento hay que mover cada uno de los huesos a la posición que la pose en ese momento precisa. Es un tipo de animación que es muy costosa ya que requiere de mucho tiempo, pero a su vez da al animador mucho más control sobre el esqueleto.

En estas figuras (Fig. 37 y Fig.38) se explica con un ejemplo:

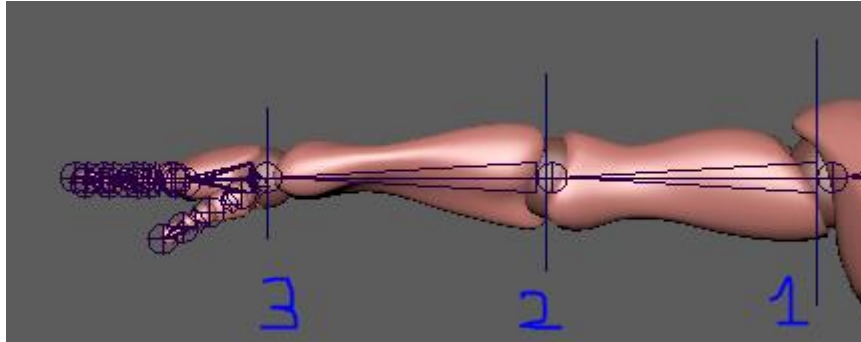


Fig. 39 Brazo con controladores del BlockOut

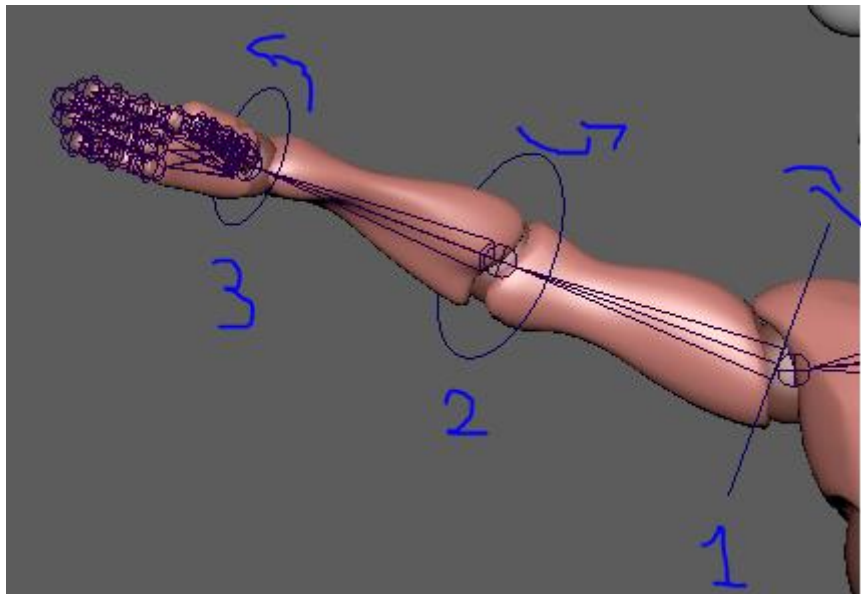


Fig. 40 Brazo rotado con FK

En cambio existe otro tipo de Kinematicas que se llaman Inverse Kinematics , en este el Solver de Ik, el cual controlará los huesos afectados por la Inverse Kinematics, consigue que la cadena de joints rote automáticamente según el algoritmo usado. Hay diferentes IK solvers.

Este tipo de técnica permite al animador mover el personaje sin tener en cuenta la jerarquía de los huesos. Este tipo de movimientos se utilizan mucho en movimientos donde el personaje esta sujetando algun objeto, o apoyado en algun sito como una pared, una barra de bar.

En las siguientes figuras (Fig.39 y Fig.40) se explica con un ejemplo:

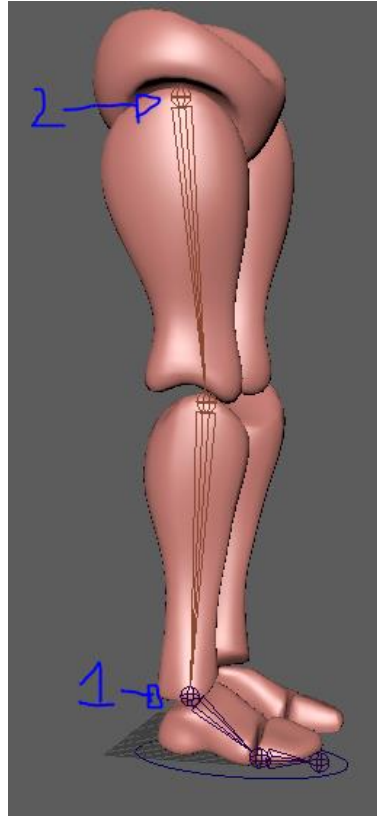


Fig. 41 Inverse Kinematic ejemplo

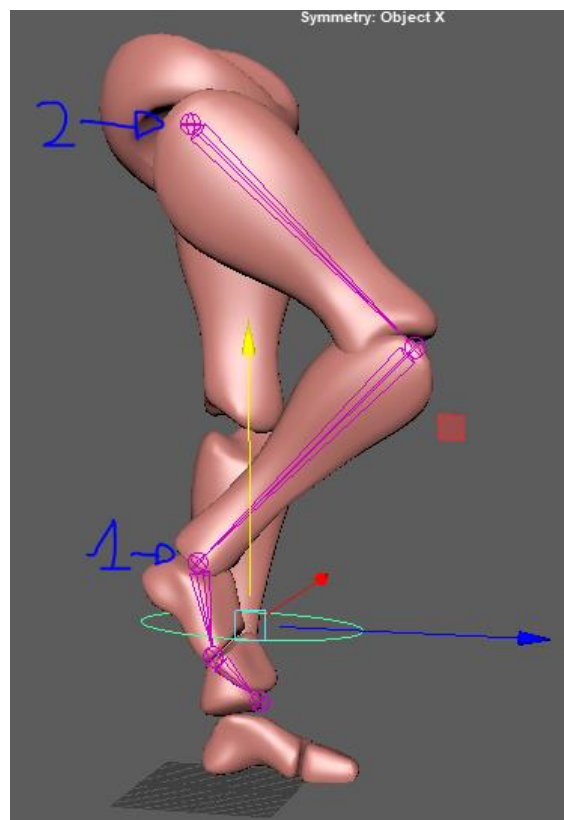


Fig. 42 Inverse Kinematic movimiento

Como se puede observar en las dos figuras (Fig. 39 y Fig.40), hay dos *Joints* marcados, el 1 y el 2. Están marcados ya que al realizar una animación a partir de Inverse Kinematic tienes que indicar el *Joint* de inicio y desde el cual se va a producir el movimiento (en este caso el *Joint* número 1) y el *Joint* en el que va a acabar el movimiento, (*Joint* número 2).

De esta forma únicamente moviendo el *Joint* número 1 se produce el movimiento.

Los círculos que se pueden observar tanto en las figuras de las piernas como en las figuras del brazo son controladores. Estos controladores se crean a partir de *NURBS Curves*, las cuales permiten crear formas a partir de líneas. Cada controlador puede tener una forma diferente y se crean al gusto del animador.

Estos controladores facilitan la tarea al animador, ya que ofrecen la opción de poder mover los huesos a partir de formas más familiares y más grandes. De esta manera el animador se evita animar a partir de los propios *Joints*, lo cual es muy incómodo y poco óptimo.

Estos controladores, igual que los huesos, siguen una jerarquía. Hay que ordenarlos y nombrarlos para una buena composición de curvas que ayude al animador a darle vida al personaje.

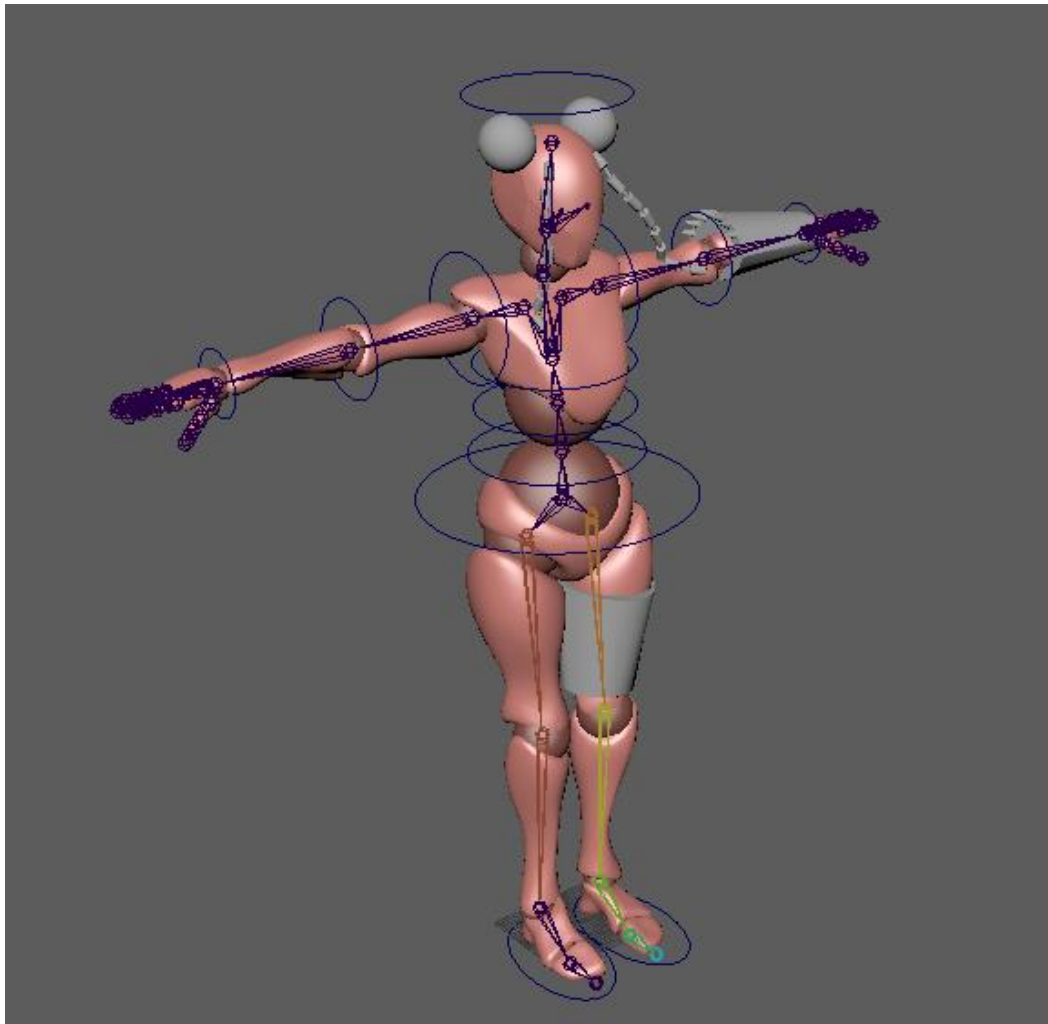


Fig. 43 Controladores para BlockOut

Para que estas curvas actúen como controladores de los huesos existen los *Constraints*. Estos sirven para limitar las opciones de transformación (posición, rotación y escalado) de un objeto.

Para cada curva hay que decidir qué tipo de control se quiere tener y es por eso que hay diferentes tipos de *Constraint*. La variedad de estos dependerá del Software que estés utilizando.

En cuanto a Autodesk Maya, este ofrece 6 *constraints* básicos:

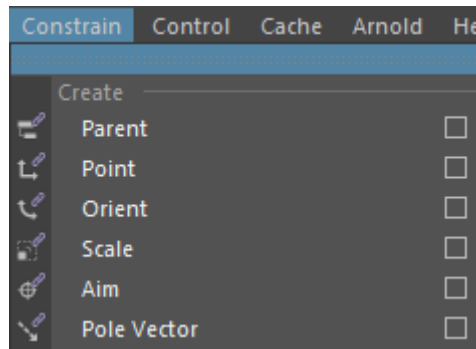


Fig. 44 Recorte herramienta Constrain

Los principales que se van a utilizar para nuestro personaje son el de Parent, el cual permitirá afectar a todas las opciones de transformación de un hueso y el de Pole Vector, que es el *constraint* que se utiliza en los huesos con Inverse Kinematics y que afecta únicamente a la rotación que va a tener este sistema de Joints.

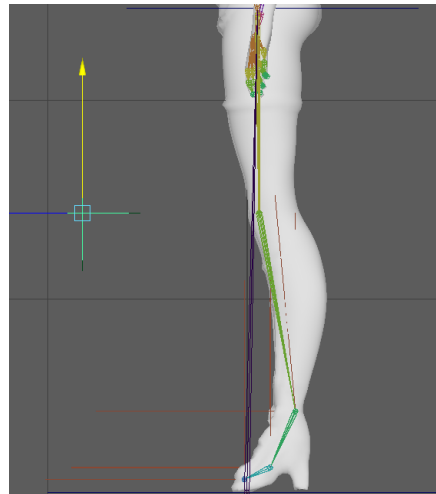


Fig. 45 Recorte escena Maya con Locator3

En este ejemplo no estoy utilizando una NURBS Curve para el controlador sino que es un Locator (localizador), parecido a una curva, pero con diferente forma.

En este caso el locator se sitúa en la posición de la rodilla, más alejado para una interacción más sencilla para el animador, ya que es el punto de donde queremos que la orientación haga efecto en la pierna.

5.4 Low Poly

El modelo *Low Poly* principalmente se crea cuando el modelo va a utilizarse en videojuegos o producciones con limitaciones de tecnología o de plataforma.

Por esta misma razón, ha habido un cambio de planing dentro del proyecto. Al empezar prioricé la creación del modelo *Low Poly* ante la creación del *High Poly*. Esto era antes de que

empezará a impartir las clases de modelado 3D avanzado, las cuales me han hecho conocer el proceso de escultura libre en Zbrush y los diferentes workflows que se siguen actualmente en la industria.



Fig. 46 Low Poly model example

El *Workflow* que se ha decidido utilizar y seguir durante este proyecto es el de escultura libre de modelo *High Poly* primero y retopologización después. Que se quiere decir con esto, que el Modelo Low Poly se realizará más tarde. Se va a priorizar la escultura del *High Poly* sin importar el número de polígonos ni la estructura a diente de la geometría.

La elección de este *Workflow* de primero *High Poly* y después Low Poly no ha surgido de la nada. Se han estado barajando diferentes opciones como podemos observar a continuación.

En este ejemplo se utiliza la técnica de las *Zesferas*, como herramienta dentro de Zbrush, para crear una geometría *Low Poly*. De esta geometría *Low Poly* se harán las subdivisiones necesarias para llegar al resultado deseado de un *High Poly*.

Esta fue la opción que se escogió en primer lugar. Este proceso permite, a partir de esferas, crear una geometría anatómica parecida al *BlockOut* mencionado anteriormente. Lo que permite esta técnica es que, una vez realizada la estructura anatómica se le aplica un *Dynamesh* que lo convierte en geometría.

Este proceso finalmente acabó costando más de lo que se esperaba y surgieron diferentes problemas.

Como se observa en la Fig.44 el resultado no fue óptimo y no encontraba soluciones hasta que en la clase de Modelaje Avanzado se nos explicó un nuevo *Workflow*.

Este *Workflow* es el que ya se ha explicado anteriormente y el que se va a utilizar para este proyecto, primero *High Poly* y luego, con la *retopología*, *Low Poly*.



Fig. 47 Modelo a partir de ZEsferas



Fig. 48 Variación modelo ZEsferas

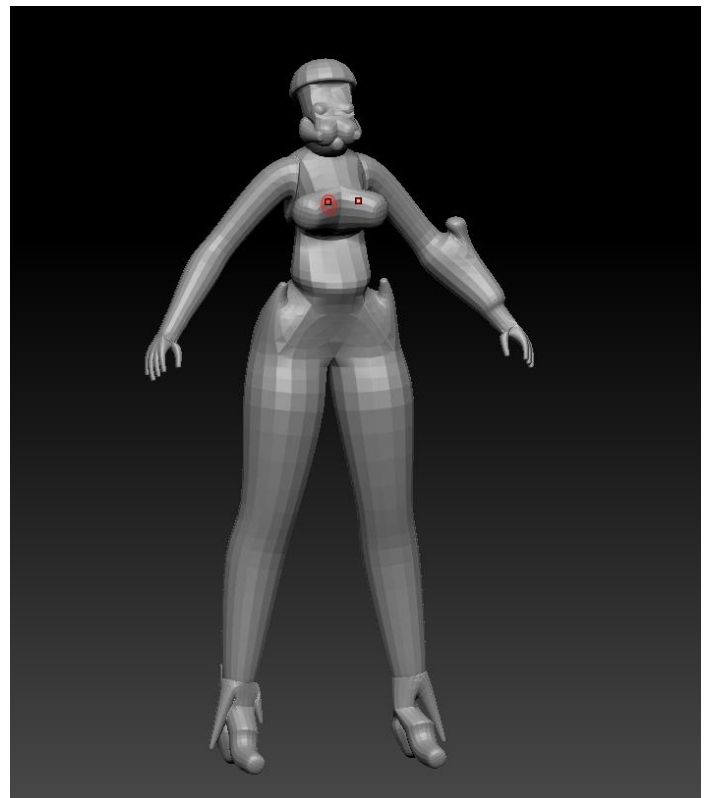


Fig. 49 Modelos después de Dynamesh

5.6 Modelado High Poly con Zbrush

5.6.1 Preparación de la escena

Como ya se ha explicado antes Zbrush es un programa de software de modelado 3D, escultura y pintura digital. En concreto en este proyecto lo vamos a utilizar como herramienta de escultura digital.

Zbrush te permite experimentar desde un inicio y ser muy creativo a la hora de crear. La filosofía y metodología que se va a seguir para este modelado va a ser la de modelar libremente con diferentes referencias sin pensar, en un inicio, el número de polígonos o la estructura de la malla 3D.

Más adelante ya se hará una retopología para una correcta composición geométrica del modelo y para que pueda ser animado de la manera correcta.

En primer lugar, se buscaron diferentes imágenes de referencia que encajaran con la anatomía del personaje que quería crear. Estas referencias tenían que contener el personaje como mínimo en 3 perspectivas. Una frontal, una lateral y una trasera.

Este tipo de imágenes son más conocidas como blueprints, y se utilizan como referencia para la creación de cualquier modelo 3D. Por lo general, el término blueprint se utiliza para referirse a cualquier plano detallado.

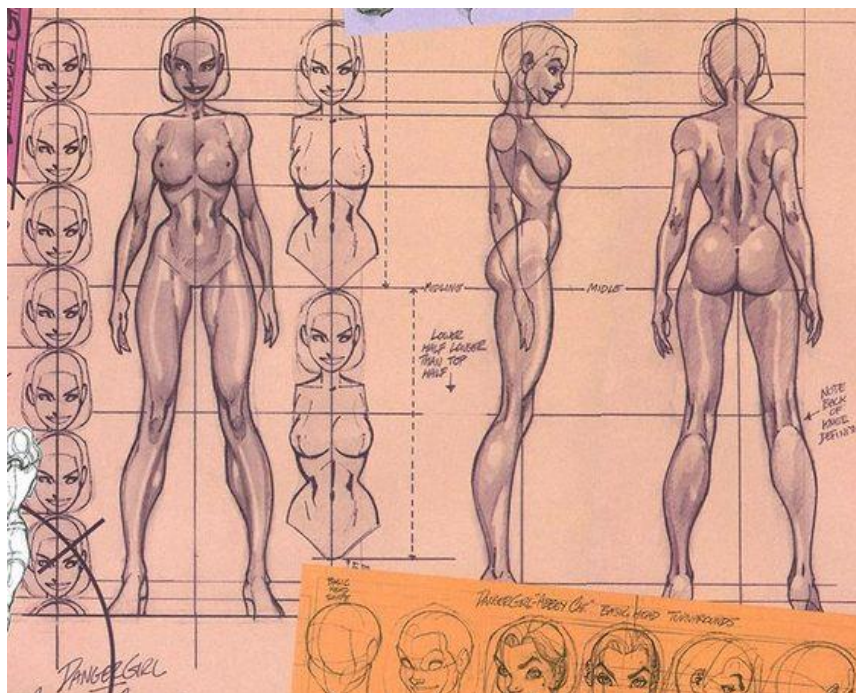


Fig. 50 Blueprint de referencia para creación de personaje

Una vez escogida la imagen de referencia hay que importarla dentro de Zbrush. Para ello Zbrush tiene una opción que nos permite introducir el blueprint que queramos y colocarlo en un plano dentro de nuestra escena 3D.

Esta opción se encuentra dentro de la pestaña dibujo y te permite importar dos mapas para cada una de las vistas; frontal-trasera, superior-inferior y izquierda-derecha.

Una vez importados los blueprints con las opciones de desplazamiento horizontal y vertical puedes ajustar cada una de tus referencias para que estén en la posición perfecta para poder empezar a modelar.



Fig. 51 Captura de pantalla de las opciones de importación de blueprints de Zbrush

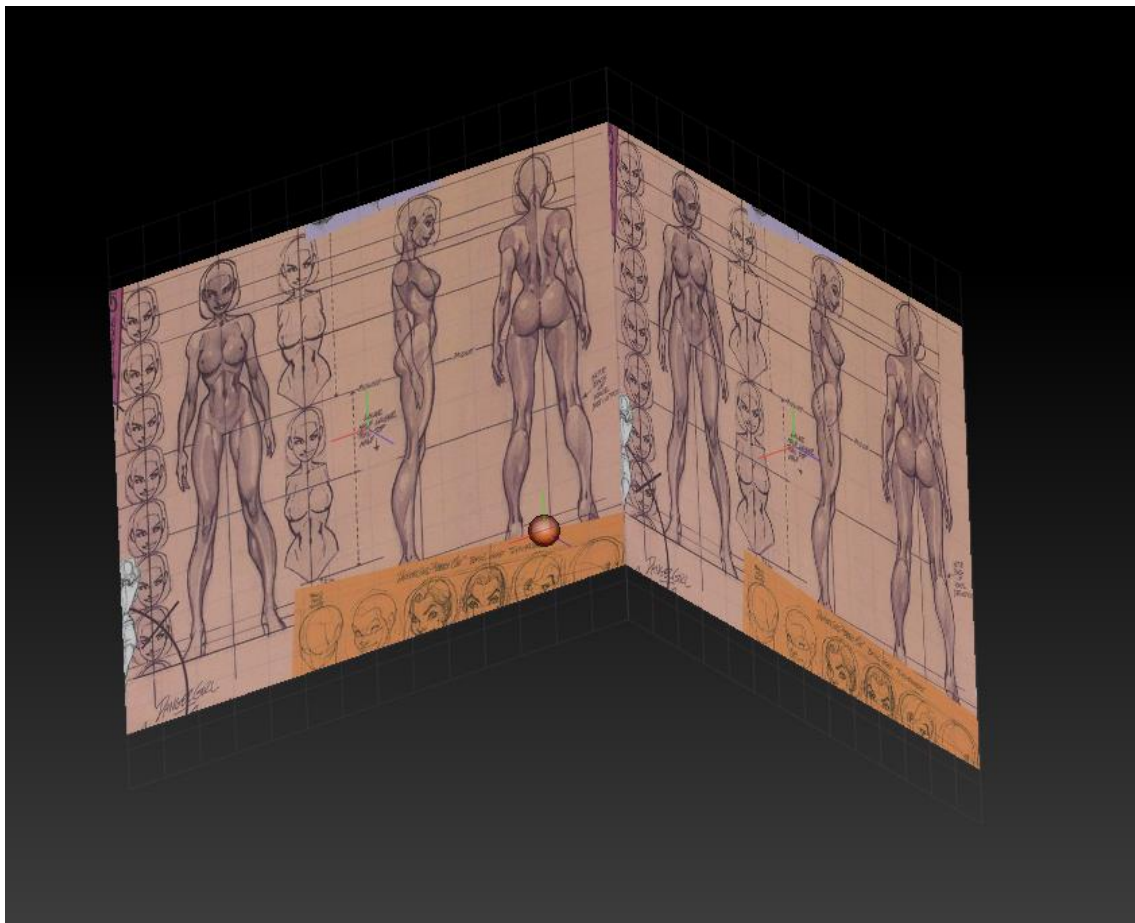


Fig. 52 Escena montada con los blueprints importados

Una vez importados los blueprints y montada la escena es hora de empezar a modelar.

En primer lugar, empezaré por definir la cabeza de la chica a partir de una malla poligonal 3d inicializada como una esfera.

Para empezar con el modelado antes hay que habilitar una de las opciones de la pestaña Dibujo, comentada anteriormente que es la de modo relleno. Esta opción permite al usuario tener diferentes niveles de intensidad de los blueprints. Estos niveles afectan también a la transparencia del objeto. Esto facilita mucho a la hora de modelar ya que puedes ir moviendo los niveles y retocando el modelo para que adquiera la forma correcta.

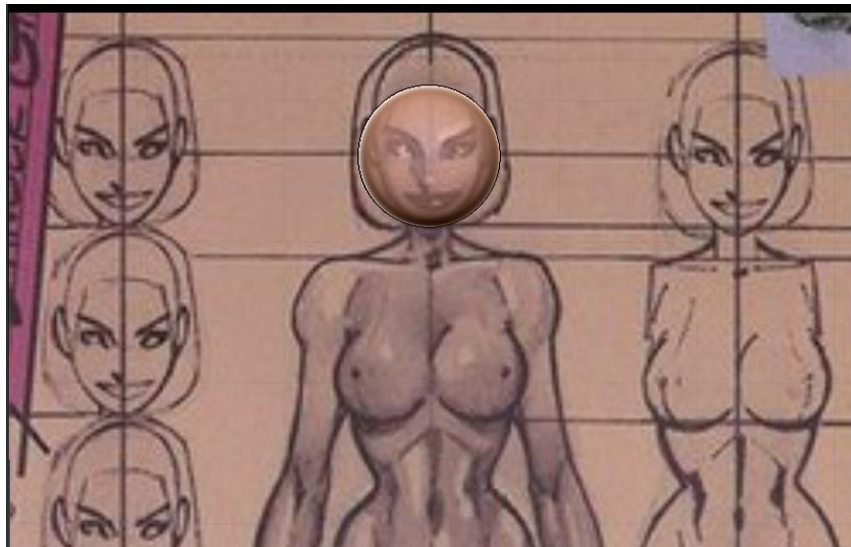


Fig. 53 Opción de Zbrush Modo Relleno

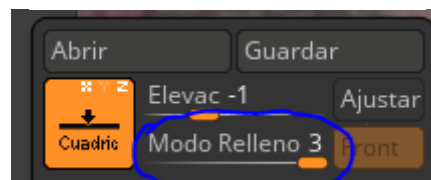


Fig. 54 Captura de inicio de escultura con Modo Relleno al 3

5.6.2 Pinceles Zbrush

Dentro del software Zbrush para la modificación de la geometría para la escultura digital se utilizan Pinceles.

En el propio programa vienen incluidos un amplio set de pinceles con diferentes funcionalidades y propiedades. Cada pincel modifica de una manera diferente los polígonos de la geometría. También existe la oportunidad de crear o importar pinceles personalizados o de otros artistas.

En cuanto a este proyecto se han utilizado los pinceles básicos con los que ya cuenta desde un inicio Zbrush. Por otro lado cada pincel tiene una opción de pintado. Esta opción ofrece al artista diferentes maneras de aplicar el pincel a nuestros modelos.



Fig. 55 Pinceles de Zbrush

Como podemos observar en la Fig.52, hay diferentes trazos ya bien puede ser a mano alzada, con puntos, con un rectángulo, etc. Esto ofrece una variedad más a cada uno de los pinceles y puede ser muy útil en situaciones específicas.

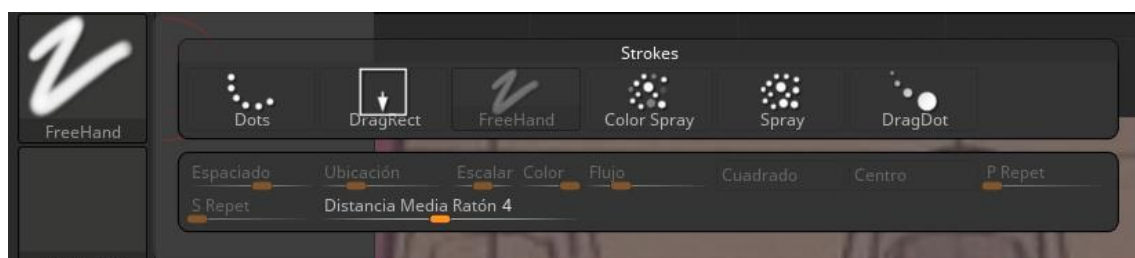


Fig. 56 Trazos para los pinceles de Zbrush

Finalmente, Zbrush nos ofrece otra opción para los pinceles llamada Alpha. Esta opción nos permite convertir nuestro pincel en una figura que nosotros escojamos. Zbrush ofrece una amplia selección de **alfas** propias, pero igual que los pinceles puedes importar los **alfas** que prefieras.

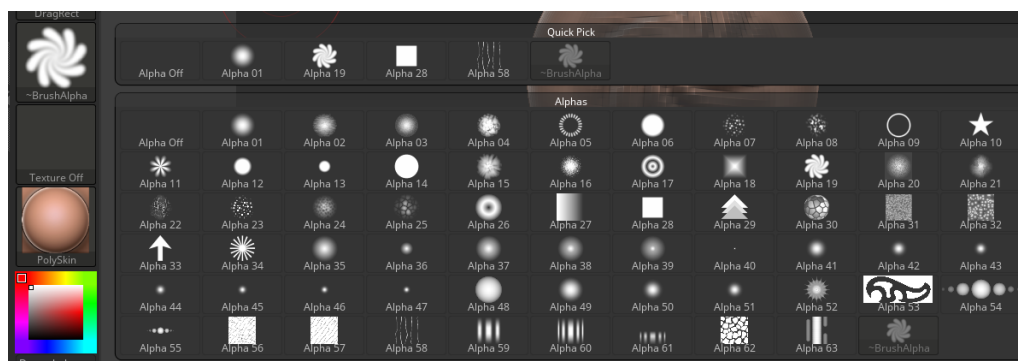


Fig. 57 Alfas que ofrece Zbrush

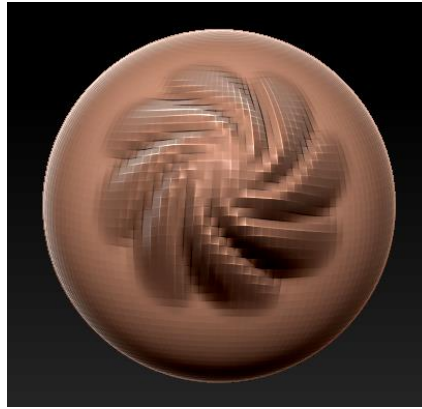


Fig. 58 Aplicación pincel con alfa de estrella a una esfera

5.6.3 Escultura digital

5.6.3.1 Anatomía básica

Una vez preparada la escena y escogidos los pinceles es hora de empezar a esculpir. La escultura empieza a partir de una esfera del tamaño que se escoja, en mi caso una grande que iba a representar la parte del torso.



Fig. 59 Vista frontal del personaje



Fig. 60 Vista lateral del personaje



Fig. 61 Vista trasera del personaje

En esta parte del proceso me dedique únicamente a seguir las referencias y a improvisar y esculpir libremente la anatomía básica del modelo.

Durante esta etapa de la escultura la metodología era la de añadir volumen y suavizarlo para crear músculos y detalles. En cuanto a la creación de extremidades utilicé las herramientas de enmascaramiento, extrusión y Dynamesh.

Zbrush ofrece una manera muy sencilla e intuitiva de enmascarar partes del modelo 3D. Enmascarar se refiere a seleccionar una parte concreta de la malla. Esta parte enmascarada, seleccionada, va a ser la única parte del objeto que va a poder ser modificada.

Manteniendo presionado el botón Cltr y utilizando el pincel sobre el objeto te permitirá dibujar la zona que quieres enmascarar. La zona seleccionada se pintará de color oscuro.

Una vez enmascarada la zona escogida con la herramienta de mover, se extruye la zona seleccionada hasta la distancia requerida. Esto es muy útil, pero a la vez no es eficiente ya que lo que está haciendo el programa es estirar la geometría. Estos polígonos luego van a ser muy difícil de volver a modificar debido a que la zona extruida va a contener muy pocos polígonos, como se puede observar en la Fig.56.

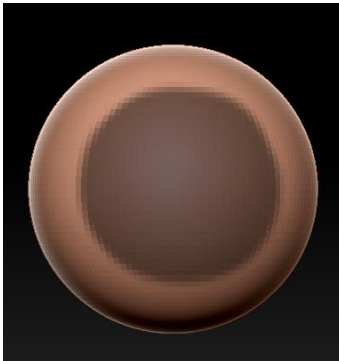


Fig. 62 Esfera con máscara

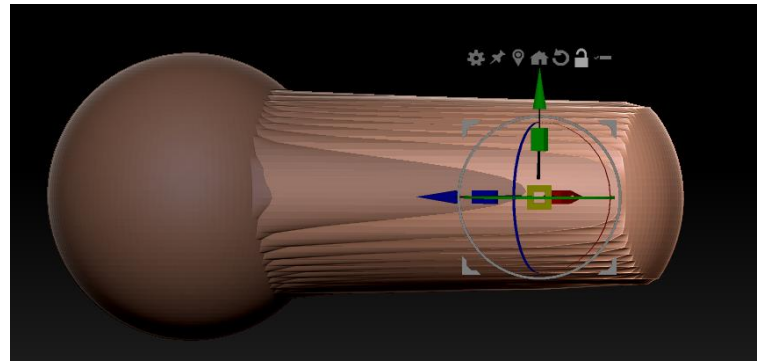


Fig. 63 Extrusión con herramienta de Mover

Para que esto no suceda y podamos seguir esculpiendo nuestra geometría, utilizaremos Dynamesh.

Dynamesh es una herramienta que, a partir de unos valores iniciales de resolución, recalcula el número de polígonos de la geometría y los distribuye de manera igual. Esto significa que después de haber extruido nuestra esfera, Dynamesh reconstruirá la malla poligonal de la parte de la esfera dónde los polígonos se han estirado para que se cree una armonía de polígonos alrededor de todo el objeto.

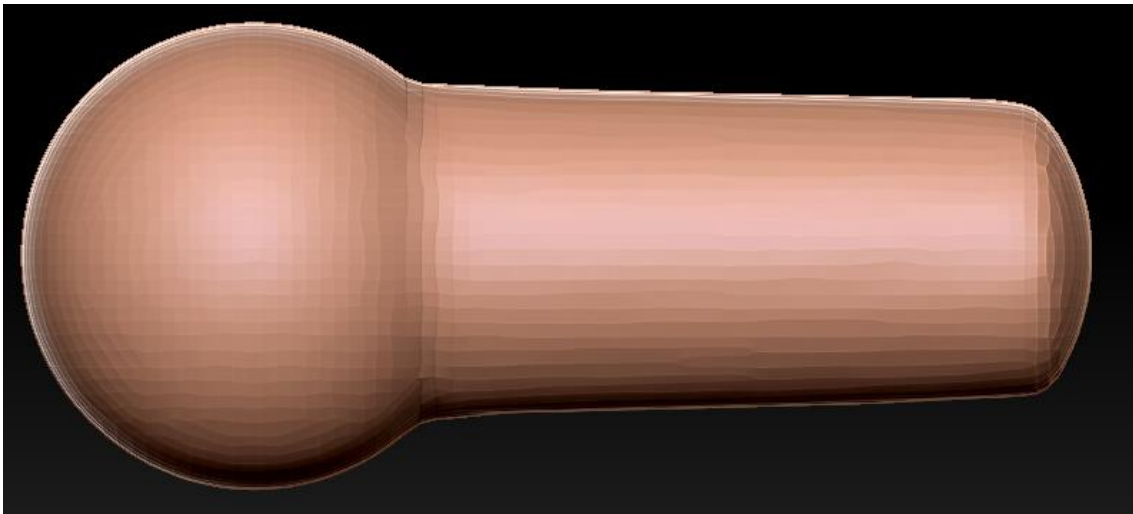


Fig. 64 Esfera con extrucción y Dynamesh aplicado

Este proceso se ha utilizado sobre todo para la creación de las extremidades y partes del cuerpo donde el volumen era más amplio de lo normal.



Fig. 65 Imagen frontal de la cara del personaje

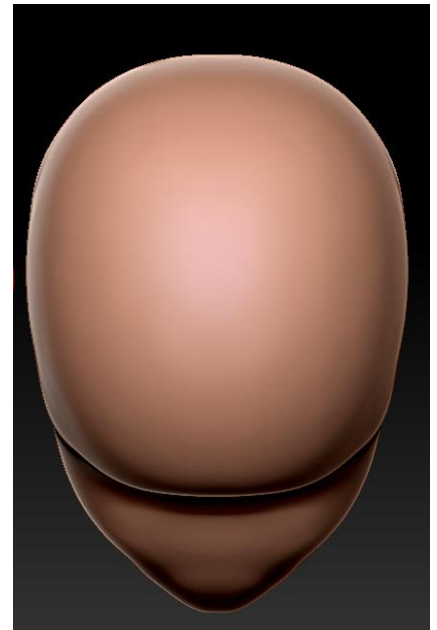


Fig. 66 Imagen trasera de la cara del personaje

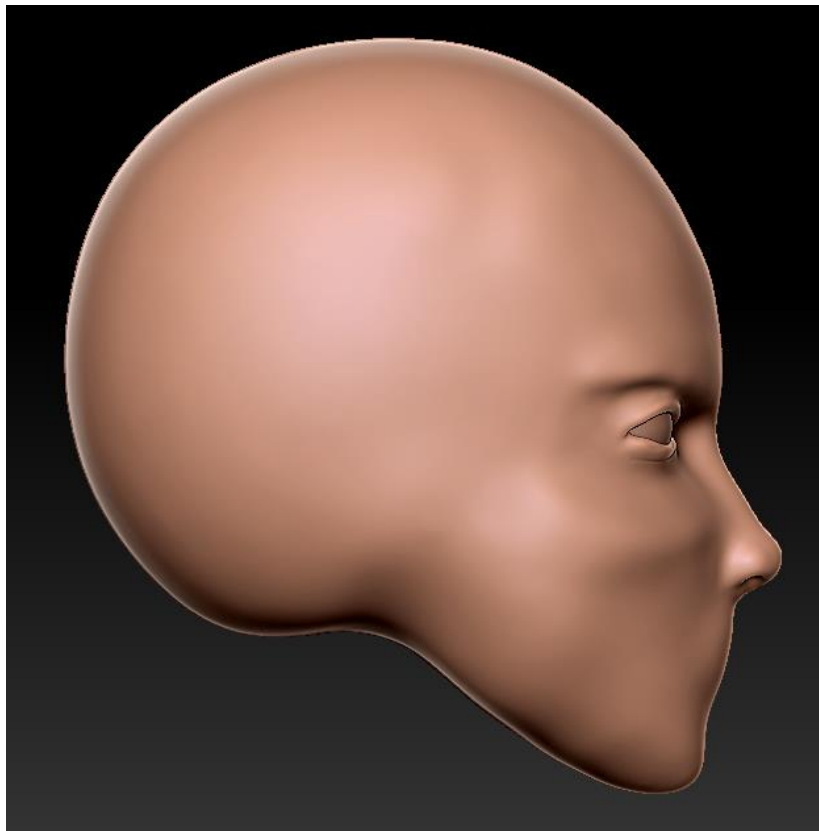


Fig. 67 Imagen lateral de la cara del personaje

Como se puede observar en la cara no hay ni orejas ni boca. La razón para esto es que el personaje principal llevará una máscara que no permitirá ver estas partes de la cara. Por esa razón, no se han creado ya que no se van a ver.

5.6.3.2 Ropa principal

Seguidamente al finalizar la cara y el cuerpo el siguiente paso era crear la ropa que iba a definir a nuestro personaje.

Para la creación de la ropa se utilizó la herramienta de extraer junto con el enmascaramiento. Con la máscara se definió la parte del personaje que iba a llevar ropa y se extruyó a una distancia muy baja para que quedara natural.



Fig. 684 Personaje con ropa



Fig. 69 Objeto ropa aislado del cuerpo

Como se observa en la Fig.62, la ropa es una extracción exacta de la geometría del cuerpo, pero con un poco más de volumen. A parte se ha modificado la malla para añadir detalles y acentuar formas para detallar la figura del personaje.

Seguidamente se procedió a la creación de todos los demás componentes que iban a completar el modelo del personaje.



Fig. 70 Modelo high poly final vista frontal



Fig. 71 Modelo high poly final vista lateral



Fig. 72 Modelo high poly final vista trasera

El número total de este modelo con cada uno de los accesorios y la ropa es de 2,23 millones de polígonos.

5.6.3.3 Ropa secundaria y complementos

-Accesorio brazo derecho:



Fig. 73 Accesorio brazo vista frontal

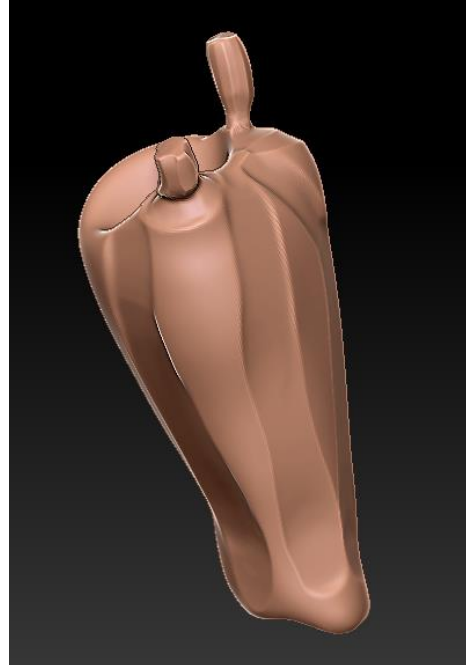


Fig. 74 Accesorio brazo vista trasera

Este accesorio complementa el traje de Shin y a parte tiene una función oculta de desplegar un látigo. Este accesorio está inspirado en el personaje del videojuego Overwatch, Widowmaker. Ella lo utiliza como gancho para poder moverse por los edificios y ganar altura para acabar con sus enemigos.

Para Shin la finalidad va a ser la misma, esta arma que despliega un látigo letal ayudará a Shin a moverse con rapidez y a acabar con los enemigos que intentan acabar con la humanidad.



Fig. 75 Imagen del personaje Widowmaker utilizando el gancho

-Botas:

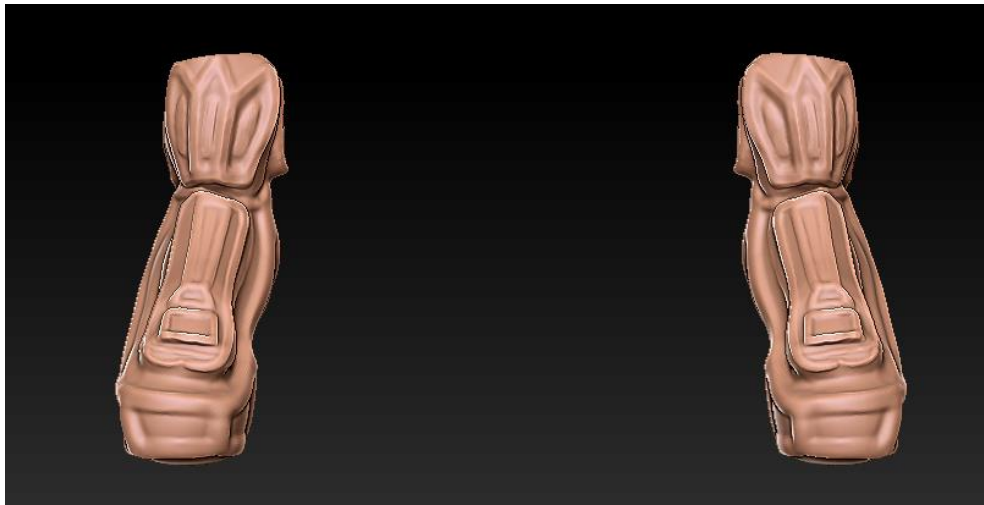


Fig. 76 Botas vista frontal



Fig. 775 Botas vista trasera

Para la creación de las botas buscaba un tipo de calzado que fuera cómodo pero a la vez que definiera la parte femenina de Shin incluyéndole los tacones.

-Hombrera y accesorio espalda:



Fig. 786 Hombrera y accesorio vista lateral



Fig. 79 Hombrera y accesorio vista frontal

En cuanto al accesorio de la espalda se creó como elemento para estilizar la espalda del personaje y para darle un toque tecnológico. Por otra parte, la hombrera se diseñó para dar equilibrio al personaje ya que en el otro brazo ya hay un accesorio fuerte como es el brazalete que contiene el látigo. Se le añadieron un par de tornillos para añadirle un estilo cyberpunk.

-Guantes:

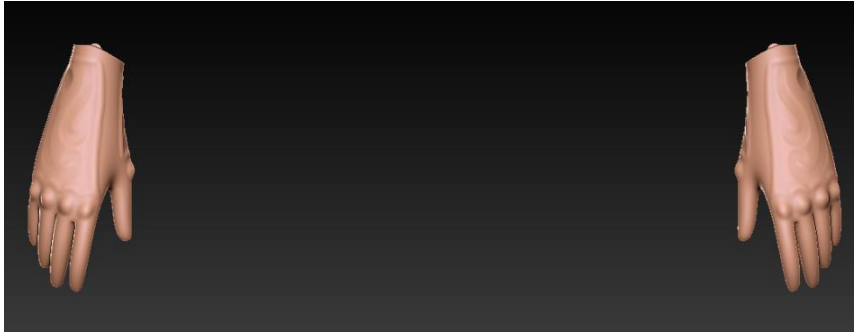


Fig. 80 Guantes vista frontal

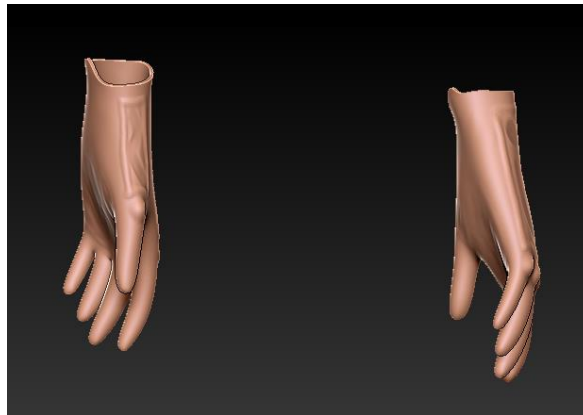


Fig. 81 Guantes vista lateral

En cuanto a los guantes se crearon debido a que cualquier personaje con sigilo, y que va a manchar su cuerpo con sangre de sus enemigos necesita llevar guantes.

-Casco y pelo:



Fig. 82 Casco y pelo vista frontal

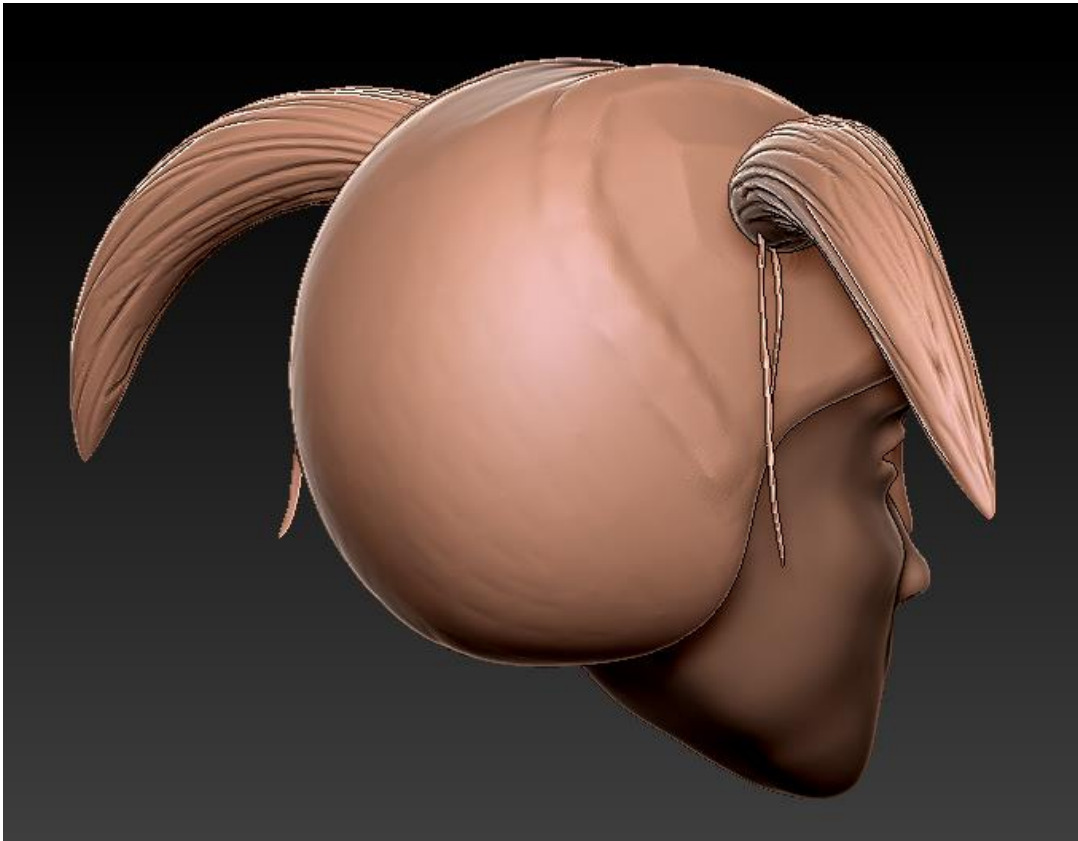


Fig. 83 Casco y pelo vista lateral/trasera

En cuanto a la parte de la cabeza, es la parte que más se distancia de la idea original y de lo plasmado en la ilustración inicial del personaje.

La idea inicial era la de que tuviera dos moños grandes, pero no sabía cómo implementar el restante de pelo que faltaba. Por ese motivo decidí ponerle un casco. Pero para intentar mantener la idea inicial de que parte de su pelo se viera incluí dos trazas de pelo de gran tamaño que finalmente me gustaron más que la idea de ponerle dos moños.

-Máscara:



Fig. 84 Máscara vista frontal



Fig. 85 Máscara vista lateral

Finalmente, la creación de la máscara, uno de los elementos más característicos del personaje. Es una máscara que le da un toque peligroso, tenebroso y a la vez intrigante de saber porque motivo la lleva. La verdadera razón por la que lleva la máscara es debido a la contaminación que hay en su ciudad. Esta máscara le permite filtrar el aire que consume para que la contaminación no le afecte.

Es una máscara que ha llevado prácticamente toda su vida y es por eso que está malgastada y tiene todo tipo de rasguños.

5.7 Retopología

En este apartado se va a hablar de el paso de la retopología. Este método se utiliza para la regeneración de la malla geométrica de un modelo high poly. Con la retopología conseguimos bajar la resolución del objeto 3D y conseguir una malla con menos geometría y mejor organizada.

La retopología es el proceso de convertir modelos 3D con alto nivel de poligonaje (High Polly) en una malla con menos polígonos principalmente para animación o para ahorrar recursos.

La retopología se ha realizado dentro de Zbrush gracias a las herramientas como Dynamesh, Decimation Master y Zremesher. Herramientas que han sido muy útiles y rápidas de utilizar con un resultado muy bueno para la finalidad del personaje.

A parte de bajar la resolución del modelo, la retopología es muy importante para animar. Cuando se va a animar un objeto 3D, cuanto más sencilla sea la geometría y mejor esté organizada más fluidos y realistas serán los movimientos que podrá realizar el personaje.

Gracias a la retopología se ha bajado el número de polígonos de 2,5 millones, que tiene el modelo high polly, a 35 mil que tiene el modelo Low Polly. Sigue siendo un nivel de polígonos muy alto pero la finalidad de este trabajo era conseguir un modelo parecido a los modelos de Overwatch y estos rondan por 20-30 mil polígonos.



Fig. 86 Modelo low poly



Fig. 87 Modelo High poly

5.8 Unrapeado de UV's

El unrapeado de UV's (UV's Unwrap) consiste en la creación de un mapa de UV que representa, de forma plana (2D), la superficie de un modelo 3D. Estos mapas se utilizan para aplicar las texturas al objeto 3D.

Por ejemplo, el unrapeado de UV's es parecido a cuando montas un cubo a partir de un papel. Lo único que en este caso, el proceso es al revés, hay que desmontar el cubo en una superficie 2D, como en el siguiente ejemplo.

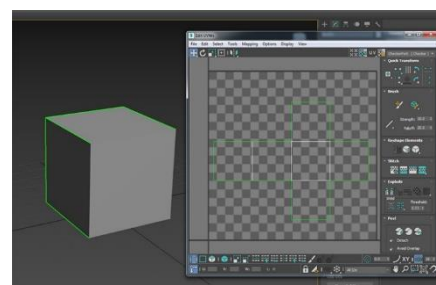


Fig. 88 Imagen ejemplo Unwrap Cubo

Igual que con el cubo, se hizo lo mismo con el modelo 3D del personaje de Shin. En primer lugar, se analizó el personaje para decidir por que partes se requería realizar cortes para el Unwrapping.

Se separaron las extremidades, muñecas, tobillos, objetos de adorno, cabeza, torso y espalda. El proceso de Unrapeado de Uv's se realizó en Zbrush a partir de grupos de polígonos.

Los grupos de polígonos son una opción que ofrece el software de escultura libre Zbrush y lo que permite hacer es separar selecciones de polígonos y clasificarlos en grupos.



Fig. 89 Capturas modelo separado por lowPolys

Una vez separadas las partes del modelo en grupos de polígonos, con la herramienta de UV Master de Zbrush se creó el mapa de UV siguiente.

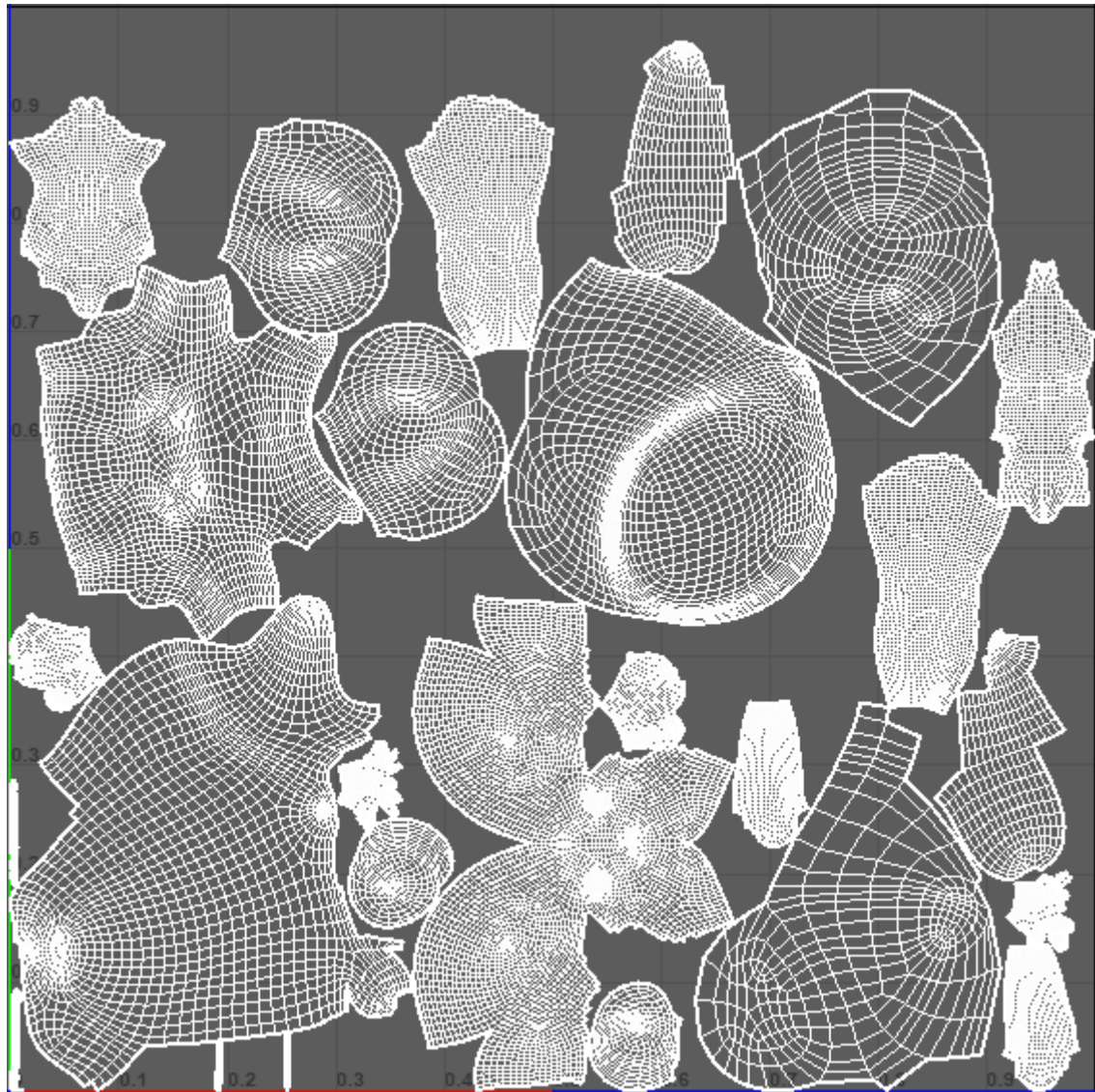


Fig. 90 UV's

5.9 Texture Bake

El proceso de bake de textura es el proceso en el cual se transfiere el detalle de un modelo 3D a otro modelo 3D. El verdadero poder del baqueado de texturas reside en la habilidad de pasar características de geometrías 3D en una imagen de textura 2D.

Hay diferentes características que se pueden bakear, desde atributos aislados (oclusión ambiental, normales, colores de vértices, etc.) hasta múltiples características combinadas que incluyen materiales, texturas e iluminación, todo en una misma textura.

En el caso de este proyecto tanto el texturizado como el bakeado se ha utilizado Substance Painter. Introduciendo el modelo Low Poly y High Poly en el programa automáticamente se puede hacer un bakeadoo. El programa calcula los mapas de desplazamiento del modelo High y el modelo Low para calcular las diferencias de volúmenes entre los dos.

Una vez realizado crea un mapa de desplazamiento que, al ser aplicado, gracias a la UV's, en el modelo Low poly intenta representar de la mejor manera los detalles del modelo High poly.

Una vez bakeado se procede al texturizado. Substance painter es un programa que te permite texturizar y aplicar materiales al mismo tiempo sobre el modelo 3D.

Su flow de trabajo es similar al de Photoshop, trabaja con capas de diferentes tipos y con jerarquía.

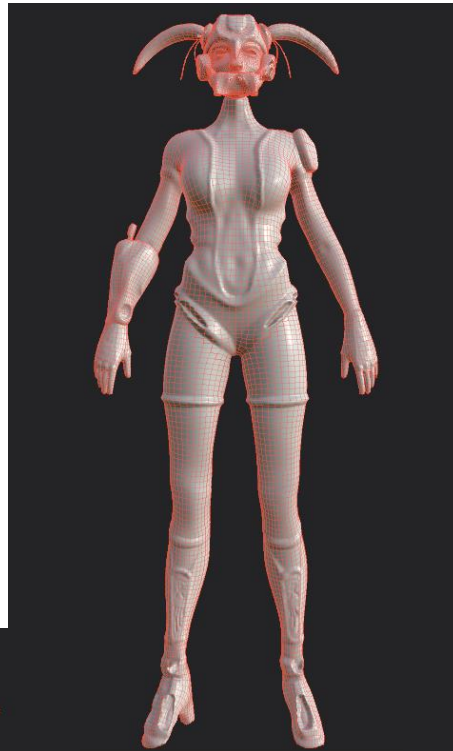


Fig. 91 LowPoly con Bake de normales y Wireframe activado

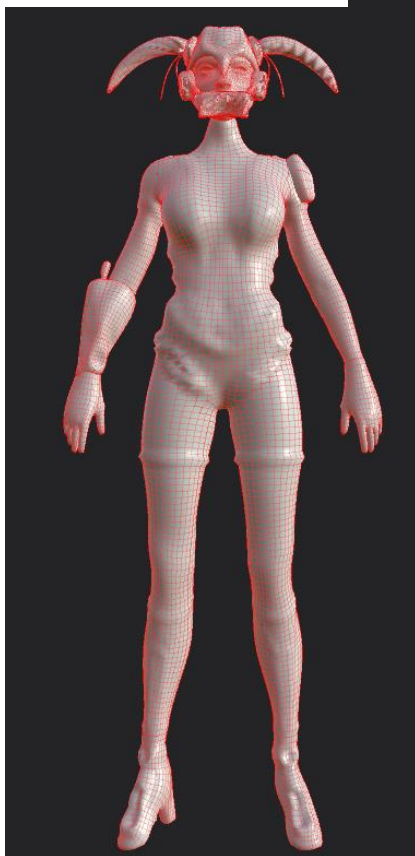


Fig. 92 LowPoly con sin bake de normales y Wireframe activado

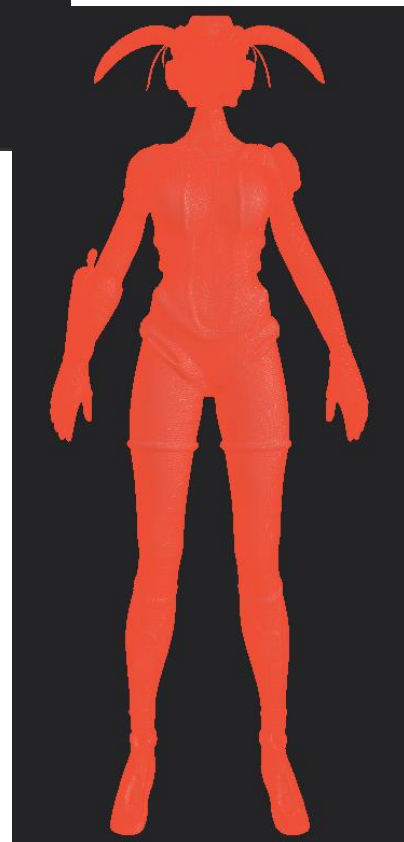


Fig. 93 HighPoly con sin bake de normales y Wireframe activado



Fig. 94 LowPoly con Bake de normales



Fig. 95 LowPoly sin Bake de normales



Fig. 96 HighPoly sin Bake de normales

Para el bakeo, los mapas que exporte a partir de Substance Painter fueron, Ambient Occlusion, Normal Mapping y Thickness.

Ambient Occlusion: El Ambient Occlusion es el punto en el cual un objeto para la luz de una fuente de emisión, igual como el punto en el cual un objeto refleja luces o sombras en el mundo en el que está situado. Es principalmente lo que añade profundidad en un objeto.

Calcula la exposición de cada punto del modelo en una escena a la luz ambiental. Para ello se calcula, esta exposición a partir de una iluminación, no a tiempo real, a partir de ray-casting.

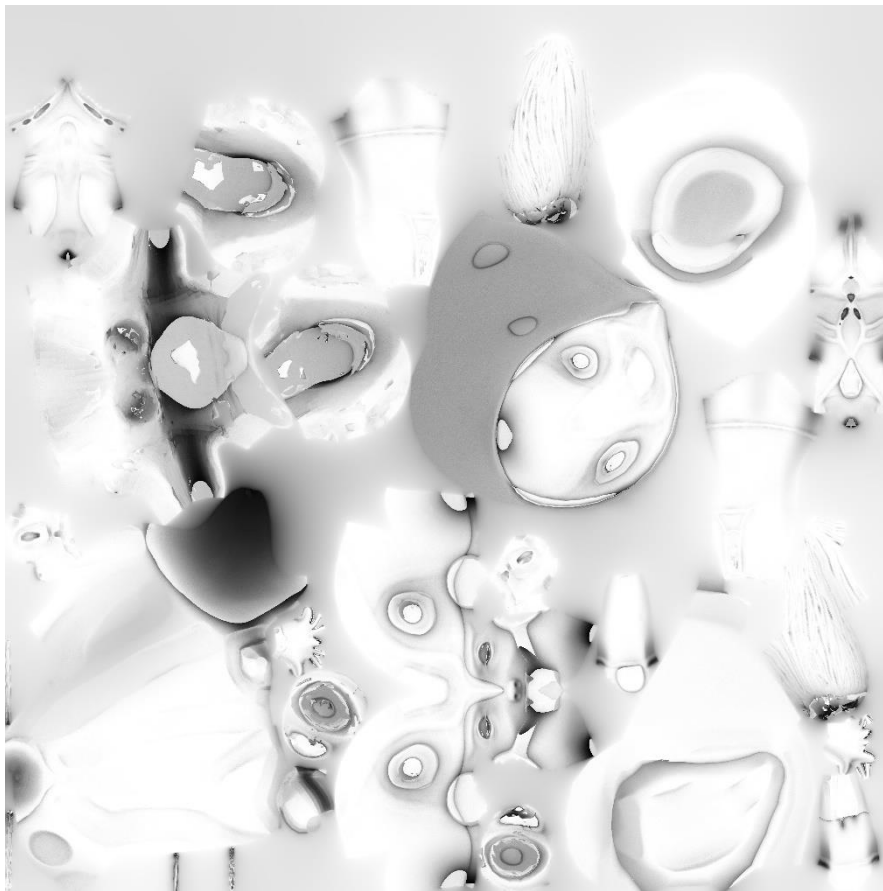


Fig. 97 Ambient Occlusion Map

Normal Maps: Se utiliza para fingir la iluminación de golpes y abolladuras. Se utiliza para agregar detalle a una malla 3D sin tener que añadir polígonos. Estos mapas de normales se almacenan con imágenes RGB donde los componentes RGB corresponden a las coordenadas X,Y y Z, respectivamente, de la normal de la superficie.

Estos mapas se utilizan sobre todo para detalles en los cuales se necesitaría de una composición de polígonos más grande, más densa, como pueden ser arrugas, heridas, etc.

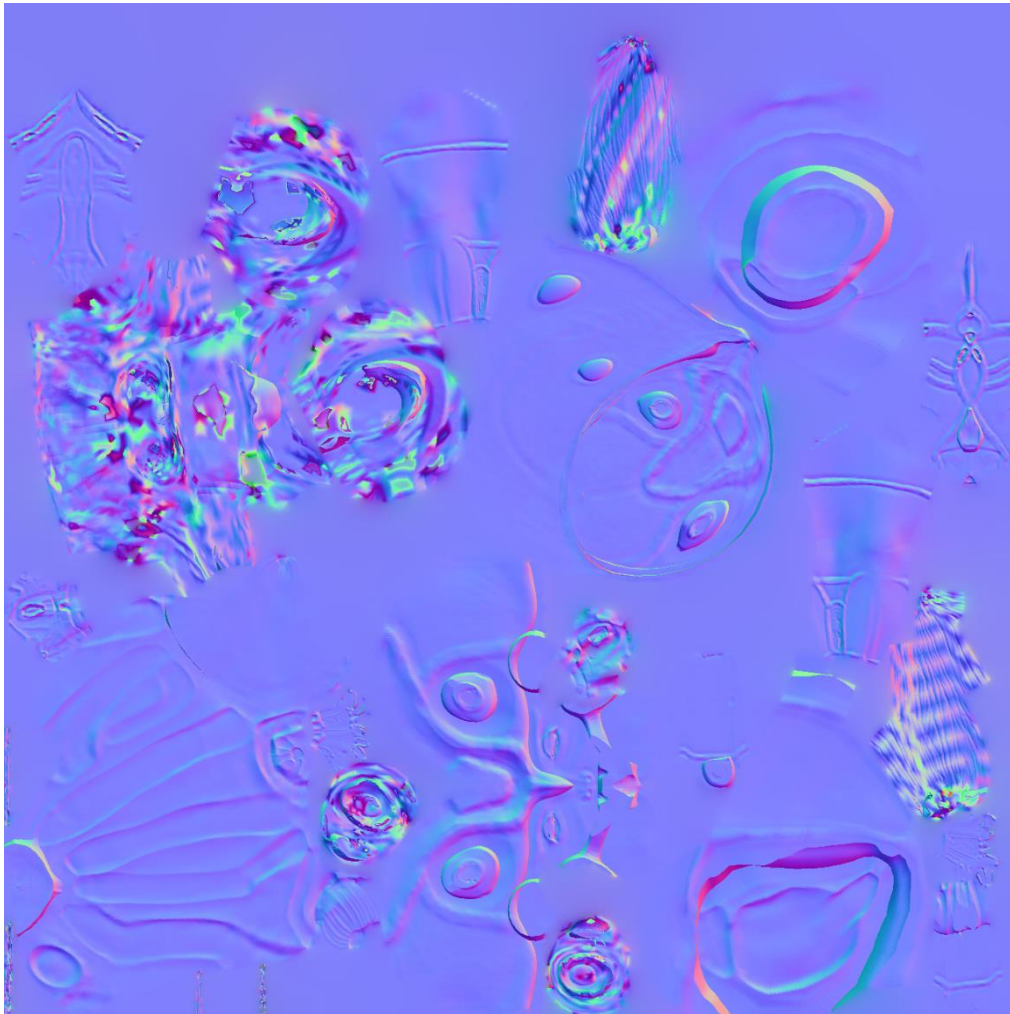


Fig. 98 Normal Map

Thickness Map: Este mapa es muy parecido al Ambient occlusion, pero el ray-casting se hace en la dirección contrária a la de las normales de la superficie del modelo 3D.



Fig. 99 Thickness Map

5.10 Texturizado

Una vez realizado el Unwrapeado de Uv's se texturizó el personaje con el programa Substance Painting. Se ha seguido la línea del concept art pero con variaciones después de probar la multitud de opciones y materiales que ofrece el programa.

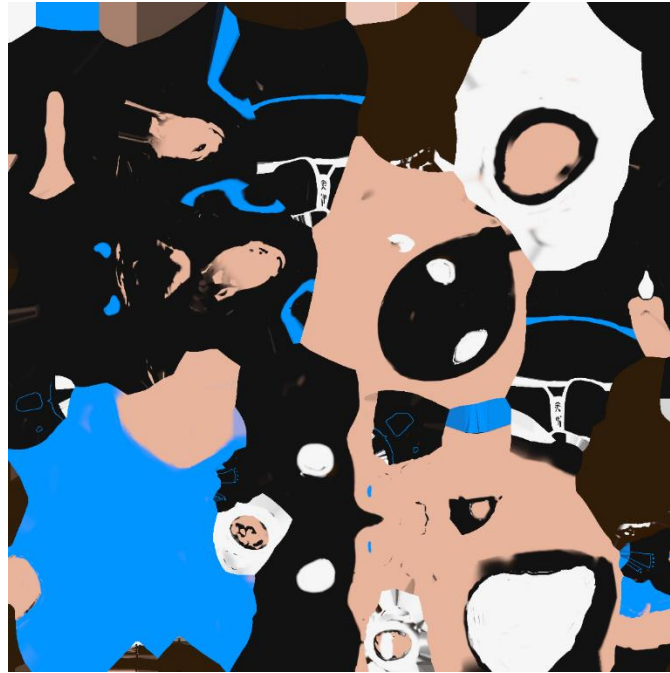


Fig. 100 Base Color Map



Fig. 101 Captura de renderizado en Substance Painter del modelo final



Fig. 102 Captura de renderizado en Substance Painter del modelo final 2



Fig. 103 Captura de renderizado en Substance Painter del modelo final 3

5.10 Rigging Final

Una vez tenemos el modelo ya preparado procedemos a crear el nuevo esqueleto de Joints a partir del rigging hecho anteriormente en el Block Out.

El esqueleto con sus controladores finales y con el cual se va a proceder al Skinning es el siguiente. Sigue la base del rig generado para el BlockOut, pero con algunas modificaciones debido al cambio de modelo. Se han añadido huesos para las coletas, y tres IK Handles en cada pierna (de la cadera al tobillo, del tobillo al centro del pie y del centro del pie a la punta del pie). Esto se ha realizado para tener un mejor control del movimiento del pie. También se han añadido huesos para la parte del pecho.

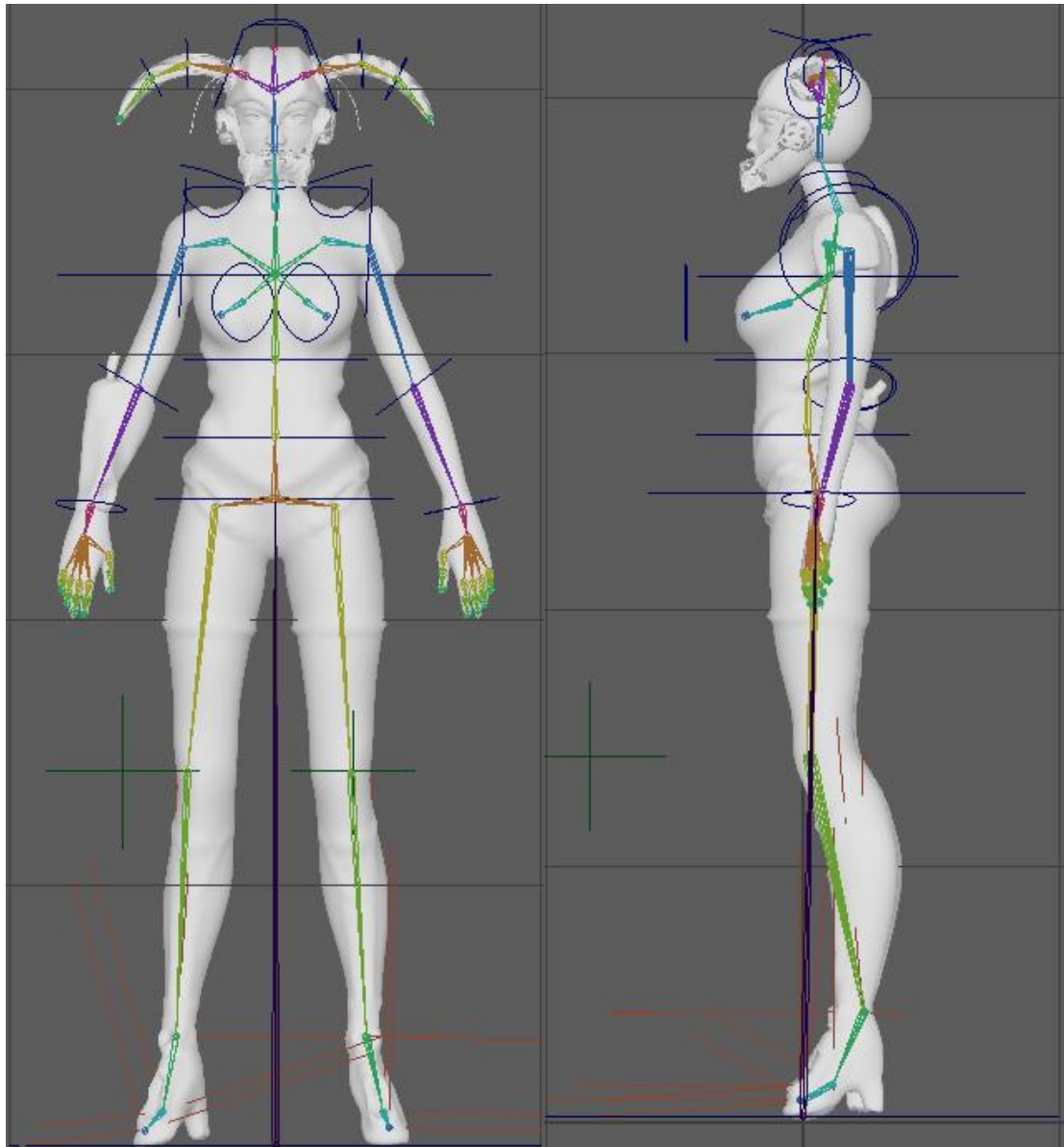


Fig. 104 Captura del esqueleto final junto con los controladores

5.11 Skinning

Una vez creado la jerarquía de esqueletos junto con sus controladores viene uno de los pasos más importantes dentro de la modificación de un personaje 3D, el Skinning.

El Skinning es el proceso de coger los *Joints* o huesos y enlazarlos con la maya 3D. Cuando estos huesos están enlazados te permiten mover la malla a tu gusto con los *Joints*.

Esta parte del proceso suele ser bastante tediosa ya que requiere de mucho detalle para que la malla se enlace correctamente con los huesos y el movimiento de esta sea fluida y correcta.

Para crear este enlace dentro de maya se utiliza el *Weight Painting* (Pintado de Pesos). El proceso de skinning lo hace el programa automáticamente, pero el resultado que da no es correcto del todo.

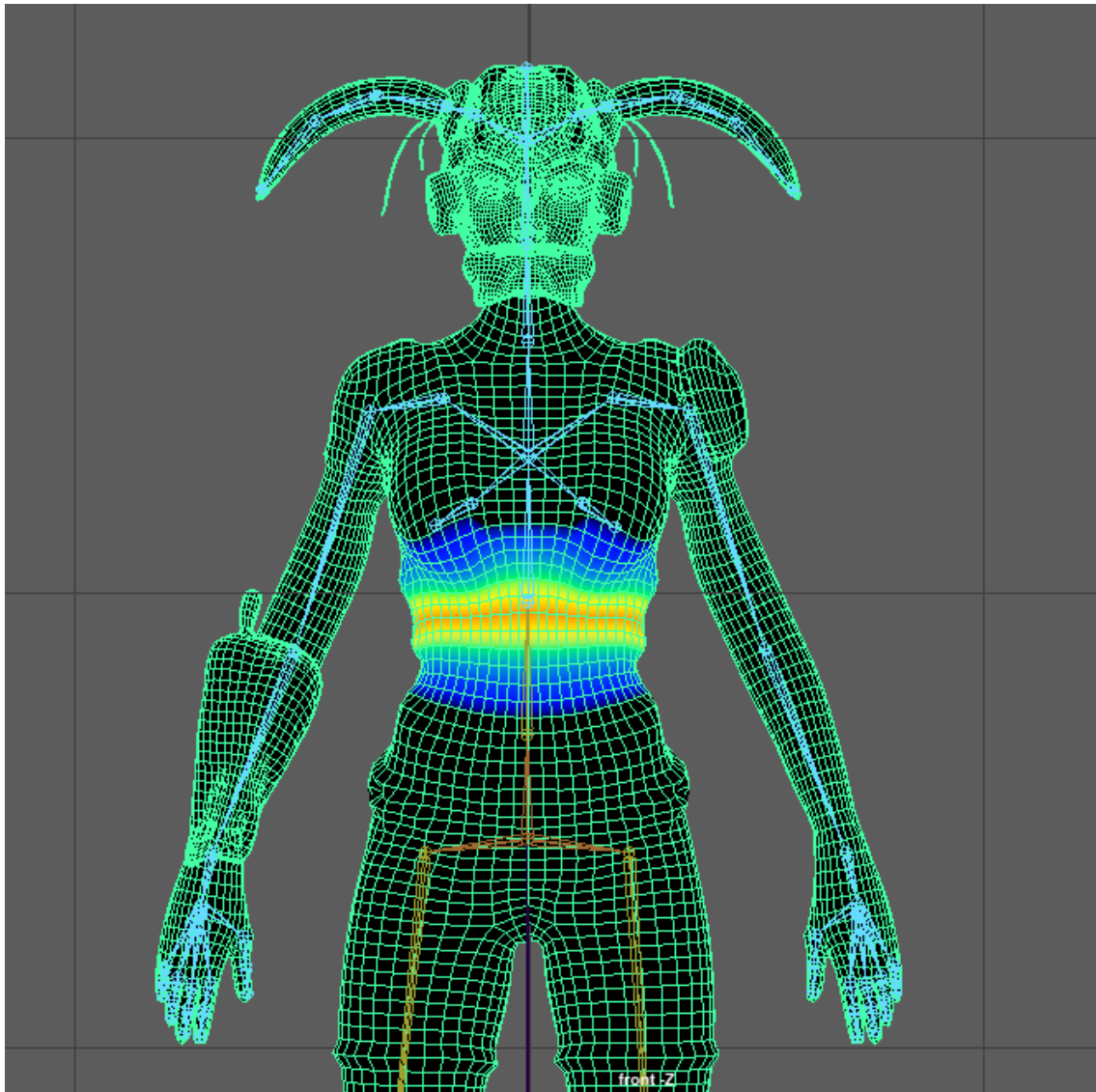


Fig. 105 Captura de Pintado de Peso

Cuando una maya es enlazada con un hueso, el ordenador no sabe cuanto influencia cada *Joint* tiene que tener en cada vértice. Así que lo que la máquina hace es promediar el peso basado en la distancia desde el hueso a la malla. Es por eso que existe la herramienta de *Weight Painting*, la cual te permite pintar manualmente las influencias que quieras que tenga un *Joint* en un área del modelo 3D en particular para tener unas correctas deformaciones de esta.

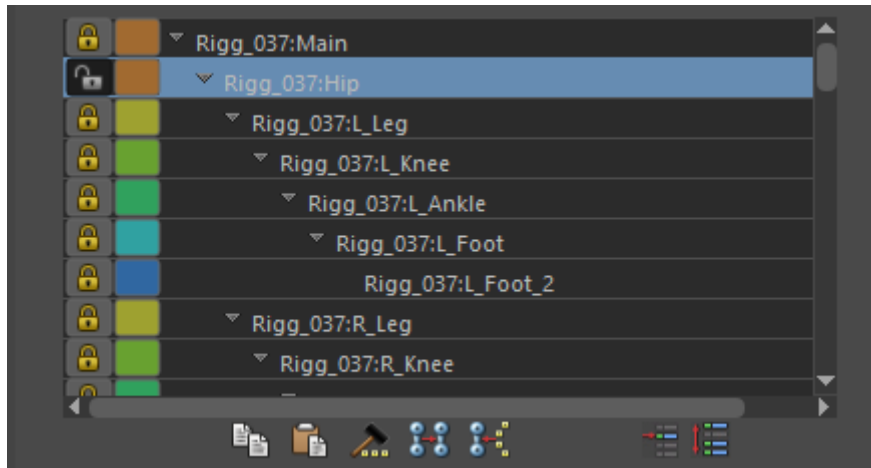


Fig. 106 Captura de huesos

Como podemos observar en la Fig... el programa te permite seleccionar cada uno de los *Joints* por separado para escoger cuál de ellos quieres que tenga influencia sobre la malla.

Lo más interesante aquí, y el porqué de la imagen, es que el programa te permite bloquear influencias de huesos. ¿Qué significa eso? Un hueso puede tener una influencia de 1, máximo, a 0, mínimo en cada uno de los vértices de la malla. Cada vértice tendrá que tener una suma total de influencias de valor uno, pero nunca menos. Si se trabaja con todas las influencias sin bloquear, el nivel de precisión a la hora de pintar y aplicar pesos a los vértices es bastante reducida. Ya que lo que estas quitando de un sitio, el programa automáticamente esta rellenando esa influencia de otro hueso cercano para que ese llegue al valor de 1.

Es por eso que para este *Skinning* he utilizado la técnica de *Inside Out*. Con esta técnica la finalidad es la de volcar la influencia de un hueso en todo el objeto 3D y trabajar por partes individuales de la malla.

En esta técnica la influencia de todos los huesos esta bloqueada menos los dos huesos que se están trabajando. De esta manera el *skinning* es progresivo y se tiene un control mucho más preciso de las diferentes influencias de cada hueso.

Por ejemplo, si yo quisiera hacer el *skinning* de la pierna bloquearía todos los huesos menos el de la cadera (*Hip*) y el hueso de la pierna, en este caso, (*L_Leg*).

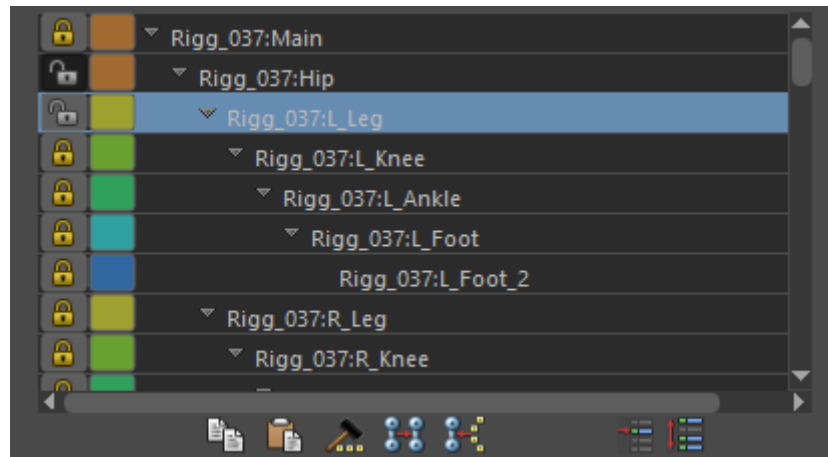


Fig. 107 Captura de huesos 2

Inicialmente la cadera tiene todo el peso de todo el cuerpo y es por eso que aparece de color blanco entero como en la figura...

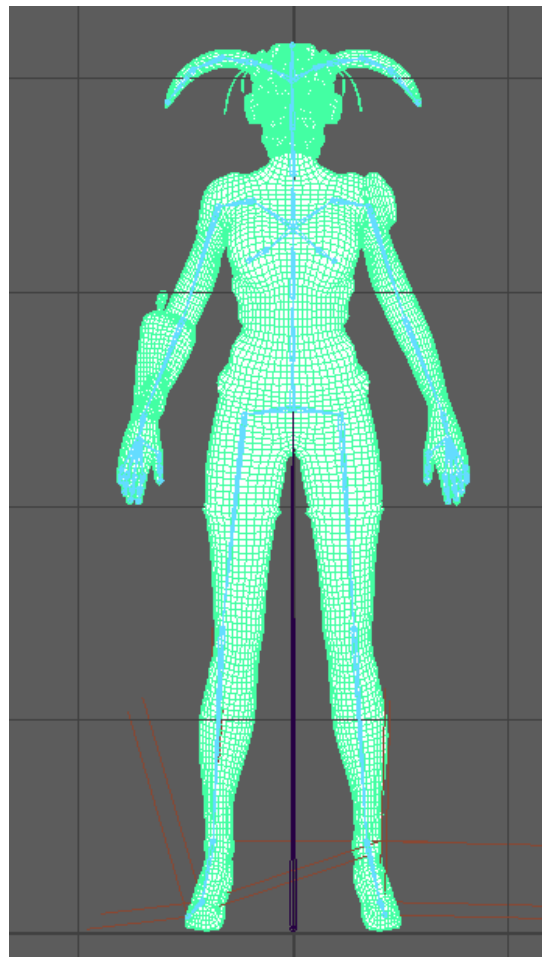


Fig. 108 Captura pesos hip

Una vez desbloqueados los huesos que iban a intercambiar influencias en la zona de la pierna se seleccionan los vertices de la zona de la malla que deseamos aplicar influencia del *Joint*, en este caso la pierna.

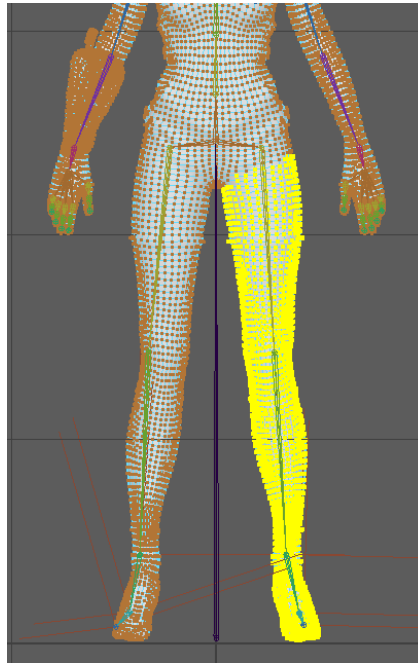


Fig. 109 Captura selección vértices

Una vez definida la selección que va a recibir la influencia del *Joint*, aplicamos una influencia de valor 1 a todo el conjunto de vértices escogidos del hueso de la pierna.

Una vez realizado esto el *Weight Painting* quedaría de la siguiente forma.

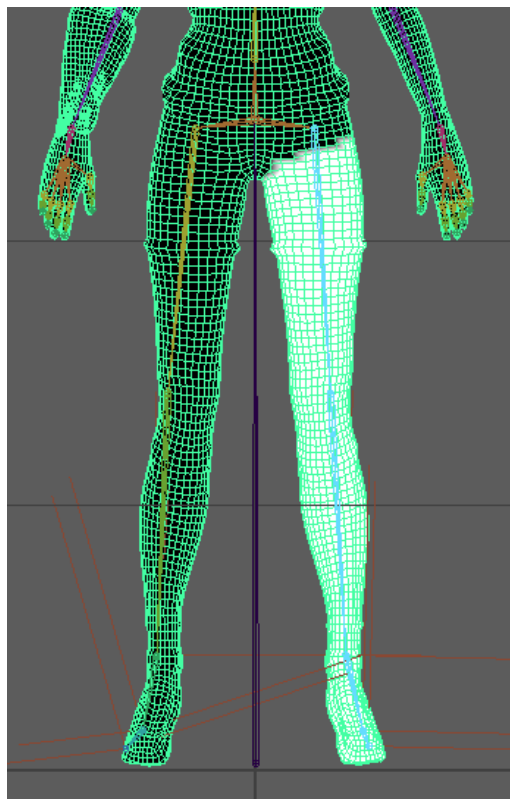


Fig. 110 Captura selección vértices con peso

Una vez llegados a este punto, la opción de *Weight Painting* ofrece también una herramienta de smooth. Con esta herramienta conseguimos suavizar el valor de las influencias de los Huesos en zonas de la malla que van a tener una deformación más compleja y que van a requerir de influencia de diferentes *Joints* para un correcto movimiento.

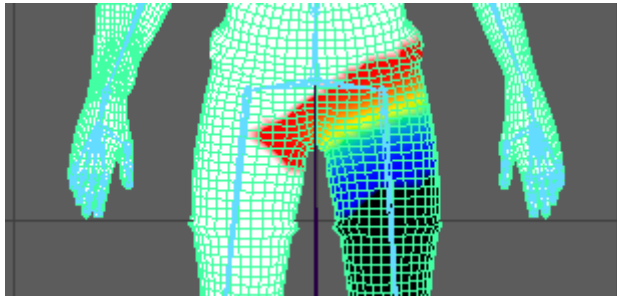


Fig. 111 Captura pesos cadera

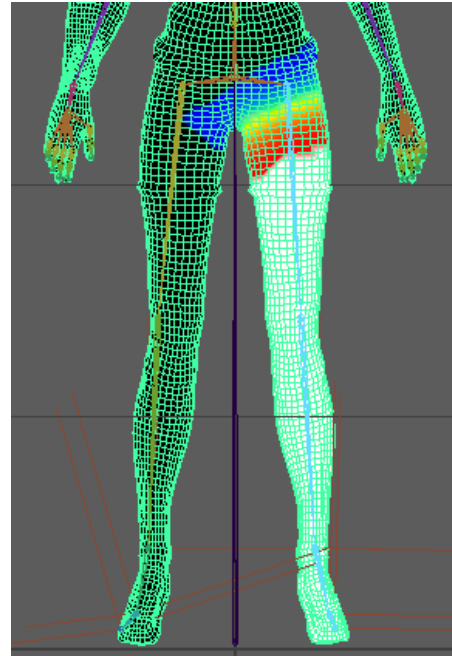


Fig. 112 Captura pesos pierna

Los colores que se observan son los valores de influencia de los *Joints* en la malla 3D. Se sigue una escala de colores que oscila del valor 0, color negro, al valor 1, color blanco, pasando por la gama de colores que se muestra en la Figura...:

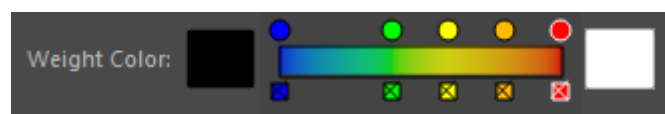


Fig. 113 Captura gama colores

Existe también una opción en la cual la gama de colores que se utiliza pasa a utilizar igual del negro, valor 0, al blanco, valor 1. Pero únicamente utilizando una escala de grises. He decidido utilizar la gama de colores ya que es más precisa y permite controlar mejor los pesos de los vertices de la malla.

7. Conclusión

En primer lugar quiero decir que realizar este trabajo ha sido una experiencia muy satisfactoria igual que a su vez, ha sido una de las experiencias más estresantes y duras de mi carrera. Ha sido un proyecto largo que ha durado aproximadamente un año de desarrollo con muchos altibajos y muchas paradas que han hecho que el rumbo de este mismo cambie en diferentes ocasiones.

En segundo lugar, ha sido un proyecto en el cual he tenido que trabajar con programas nuevos que nunca había utilizado como Zbrush o Substance Painter. Esto me ha abierto la mente a nuevas técnicas de modelado como el modelado libre, el cual me ha acabado gustando mucho y ha despertado una curiosidad dentro de mi a seguir aprendiendo y formándome en esta disciplina.

En este proyecto me he dado cuenta de la importancia de los detalles en una cadena de producción como es la de la creación de un personaje. Cada una de las fases se ha de seguir a la perfección y tratarla como todas iguales, tenga la importancia que tenga, ya que si una de las pizas falla en la cadena de producción el producto final falla.

Ha sido un gran punto de inflexión dentro de mi carrera ya que me ha hecho ver la realidad de todo el proceso de creación de un personaje, desde el concepto de este, hasta la implementación en un motor de videojuegos.

Finalmente este proyecto me ha ayudado a ser más organizado y tener mucho más claros los objetivos que tengo que seguir ahora en mi carrera profesional.

8. Bibliografia

Webs:

1. <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/37067/3d-animation> 8/03/19
2. <https://www.media-freaks.com/the-process-of-3d-animation/> 8/03/19
3. <http://webneel.com/daily/1-walk-cycle> 8/03/19
4. <https://www.pluralsight.com/blog/film-games> 10/03/19
5. <https://www.centropixels.com/que-es-concept-art/> 10/03/19
6. <https://es.3dexport.com/3dmodel-boy-character-197802.htm> 10/03/19
7. <http://dcdesign.wikidot.com/wiki:box-modelling> 10/03/19
8. <https://www.slideshare.net/daa5417/introduction-to-3d-modeling-workshop-session-2> 10/03/19
9. https://gno.empower-xl.com/community/index.cfm/course/details/course_id 11/03/19
10. <https://lesterbanks.com/2015/09/what-exactly-is-procedural-modeling/> 11/03/19
11. https://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/2013/zapotocky_2013_ma/ 11/03/19
12. <https://medium.com/@sdixon3/uv-mapping-texturing-and-shaders-rigging-and-animation-be9b4ddf0d48> 12/03/19
13. <https://www.pluralsight.com/courses/substance-painter-texturing-game-characters> 12/03/19
14. <https://kaylah3dmodelling.wordpress.com/2015/03/04/rigging/> 11/03/19

15. <https://support.allegorithmic.com/documentation/spdoc/substance-painter-20316164.html> 11/03/19
16. <https://www.tuplaystation.es/2018/09/06/nigth-city-al-ciudad-de-cyberpunk/> 30/04/19
17. <https://www.deviantart.com/solarsouth/art/DGA-Solutions-641832333> 30/4/19
18. <https://www.centropixels.com/que-es-concept-art/> 30/4/19
19. <https://www.mixamo.com/#/?page=1&type=Character> 20/4/19
20. <https://www.pinterest.es/pin/58195020159383270/?lp=true> 19/05/19
21. <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/key-rigging-terms-get-moving> 01/09/19
22. <https://thewiredshopper.com/ambient-occlusion/> 2/09/19
23. <https://lesterbanks.com/2015/07/animating-a-walk-and-run-cycle-for-video-games/> 2/09/19
24. <https://conceptartempire.com/retopology/> 03/08/19
25. https://www.youtube.com/watch?v=Z9W_wsO9Z9k 03/08/09

Libros:

-“Game Anim: Video Game Animation Explained”, de Jonathan Cooper.